



**FEUP** FACULDADE DE ENGENHARIA  
UNIVERSIDADE DO PORTO

**MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2015/2016**

# **IMPACTE DA DIGESTÃO ANAERÓBIA NO PROCESSO DE ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS - O CASO DE SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE**

**JOANA FILIPA DE JESUS RODRIGUES PESQUEIRA**

Dissertação submetida para obtenção do grau de  
**MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE**

**Presidente do Júri:** Cidália Maria de Sousa Botelho

(Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia  
da Universidade do Porto)

---

**Orientador académico:** Joana Maia Moreira Dias

(Professora Auxiliar Convidada do Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais  
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

**Coorientador académico:** Manuel Afonso Magalhães da Fonseca Almeida

(Professor Associado com agregação aposentado do Departamento de Engenharia  
Metalúrgica e de Materiais da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

**Orientador na empresa:** Débora Rute Costa Carneiro

(Engenheira do Ambiente, Coordenação Técnica do Projeto Bio&Energy da Ecovisão)

*julho, 2016*

Em parceria com:



---

Este trabalho foi financiado pelos projetos POCI-01-0145-FEDER-006939 - Laboratório de Engenharia de Processos, Ambiente, Biotecnologia e Energia – LEPABE e NORTE-01-0145-FEDER-000005 – LEPABE-2-ECO-INNOVATION, financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER), através do COMPETE2020 – Programa Operacional Competitividade e Internacionalização (POCI) e Programa Operacional Regional do Norte (NORTE2020) e por fundos nacionais através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia I.P.







## RESUMO

Para parte significativa da população rural de países em desenvolvimento, como São Tomé e Príncipe, a lenha é a única fonte combustível de subsistência, o que resulta na exploração insustentável das florestas e outros impactos negativos no meio ambiente. Este facto prevalece em comunidades isoladas, que não são abrangidas pela rede energética, nem por serviços de gestão de resíduos, que são depositados aleatoriamente na envolvente. A presente dissertação tem como objetivo o estudo da aplicação do “Bio&Energy - Bioenergia em São Tomé e Príncipe – Aproveitamento Energético de Biogás”, projeto da responsabilidade da empresa Ecovisão em parceria com a Direção Geral do Ambiente de São Tomé e Príncipe. Este projeto, atualmente em fase piloto de implementação, pretende fornecer a comunidades deste País uma fonte alternativa de energia, sem gerar gastos elevados, recorrendo à tecnologia de digestão anaeróbia dos resíduos orgânicos por estes produzidos a nível comunitário, capacitando simultaneamente a população para alternativas de gestão dos resíduos e permitindo uma melhor adaptação às alterações climáticas.

O projeto visa intervir em pequenas comunidades rurais isoladas, próximas da zona florestal, em particular onde o índice de pobreza é mais pronunciado. Para implementação da fase piloto foram selecionadas 3 comunidades - Santa Jenny, Novo Destino e Mendes da Silva, num total de 373 pessoas -, nas quais se instalaram, respetivamente, 1 digestor pré-fabricado que processa 94 kg substrato/dia e gera cerca de 5,1 m<sup>3</sup> biogás/dia; 3 digestores com capacidade combinada de processar de 80 kg/dia e gerar 4,5 m<sup>3</sup> biogás/dia; e, 1 digestor de fabrico local com capacidade de processar 220 kg de substrato/dia, gerando 11 m<sup>3</sup> de biogás/dia. Dada a escala de implementação, o biogás será utilizado nesta fase apenas para cozinhar, por um total de 24 famílias.

Com o intuito de medir o impacto nas alterações climáticas proporcionado pelo projeto-piloto, e a sua possível expansão, determinaram-se as emissões de gases de efeitos de estufa antes e depois da sua implementação, recorrendo à metodologia de nível 1 do IPCC para construção dos inventários nacionais.

Os resultados mostraram que, apenas com a implementação do projeto-piloto e considerando que a população não se mostrou disposta a utilizar os dejetos de origem humana, se atinge uma redução estimada de 126,79 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente anuais que representam 20% do total anual gerado por estas comunidades. Se fossem utilizados os dejetos de origem humana, atingir-se-ia uma redução estimada de 58% face às emissões atuais destas comunidades, devido à sua contribuição suplementar de 280,61 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente. Estimou-se que a expansão do projeto às restantes famílias das comunidades, utilizando todos os seus recursos residuais, diminuiria as emissões em 97% (651,26 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente); se além disto, se expandisse o projeto a outras comunidades, obter-se-ia uma redução aproximada de 25% das emissões nacionais (49,44 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente). A medição do índice de vulnerabilidade mostrou que já nesta fase existiu uma redução da vulnerabilidade às alterações climáticas como esta é entendida pela população. A implementação do projeto mostra ainda um potencial de melhorias adicionais ao nível social e da saúde humana, em particular no aumento da frequência escolar e da igualdade de géneros e na redução da frequência de patologias associadas à convivência diária com um ambiente pouco higienizado.

**Palavras-chave:** Gás de efeito de estufa; Inventário; Digestão Anaeróbia; Alterações Climáticas; Floresta; São Tomé e Príncipe.



## ABSTRACT

For a considerable part of the rural population in developing countries, such as São Tomé and Príncipe, fuel wood is the only subsistence fuel source, which leads to the unsustainable exploration of forests and other negative impacts on the environment. This fact prevails on isolated communities, which are not supported by the power grid, or by waste management systems, which are randomly disposed in the surroundings. The present thesis aims to study the application of the “Bio&Energy – Bioenergy in São Tomé and Príncipe – Biogas Energy Recovery” project, a responsibility of the Ecovisão company in partnership with São Tomé and Príncipe’s Environment Directorate-General. This project, nowadays in a pilot phase, intends to provide this country’s communities with an alternative energy source, without generating high costs, using the anaerobic digestion of the generated organic waste at a community level, simultaneously capacitating the population with alternatives for waste management and allowing for a better adaptation to climate change.

The project aims to intervene in small, isolated rural communities, located near the forest area, particularly where the poverty index is higher. For the implementation of the pilot phase, 3 communities were chosen – Santa Jenny, Novo Destino, and Mendes da Silva, a total of 373 people -, in which the following units were built: 1 pre-fabricated digester which processes 94 kg substrate/day and generates approximately 5.1 m<sup>3</sup> biogas/day; 3 digesters with a combined capacity of processing 80 kg/day and generating 4.5 m<sup>3</sup> biogas/day; and 1 locally built digester with the capacity to process 220 kg substrate/day, generating 11 m<sup>3</sup> biogas/day. Due to the implementation scale, the biogas will be used solely to cook, in this phase, by a total of 24 families.

With the intention of measuring the impact on climate change caused by the pilot project and its possible expansion, greenhouse gas emissions were determined before and after its implementation using IPCC’s Tier 1 methodology for the construction of national GHG inventories.

The results have shown that with just the implementation of the pilot phase, and considering that the population was not open to use human waste in the project, an estimated reduction of 126.79 Mg of equivalent CO<sub>2</sub> can be achieved, which represents 20% of the total produced yearly in these communities. If human waste was to be used, an estimated reduction of 58% would be achieved in relation to nowadays emissions in these communities, for which this waste contributes with 280.61 Mg of equivalent CO<sub>2</sub>. It was estimated that the project’s expansion to the remaining families of these communities, using all their waste resources, would diminish the emissions in 97% (651.26 Mg of equivalent CO<sub>2</sub>); in addition, if the project is extended to other communities, an approximated reduction of 25% of the national emissions can be achieved (49.44 Gg of equivalent CO<sub>2</sub>). The Vulnerability Reduction Assessment to climate change has shown that in this phase, a reduction of vulnerability to climate change was already achieved, at least as it is understood by the population. The project’s implementation has shown a potential for additional improvements at a social and human health level, particularly by increasing the school attendance and genre equality, and by reducing the frequency of pathologies associated with the daily living with a poorly sanitized environment.

**Keywords:** Greenhouse gas; Inventory; Anaerobic Digestion; Climate Change; Forest; São Tomé and Príncipe.





*À minha família,  
Ao Miguel,  
E a todos os meus pequeninos.  
Ou seja,  
À minha família.*

## **AGRADECIMENTOS**

Tenho mesmo que afirmar que tive muita sorte na minha vida em virtude do apoio que recebi de diferentes pessoas, em todas as etapas. Primeiro tenho que agradecer aos meus pais – por me darem vida, pelo esforço brilhante que fizeram e fazem (e sei que continuarão a fazer) para me proporcionar, a mim e ao meu irmão, uma educação e vida da melhor qualidade possível. São duas pessoas incríveis a quem tenho que agradecer do fundo do meu coração por tudo e muito mais. Sem vocês não tinha chegado aqui. Ao meu irmão, porque apesar da distância, não há nada tão bom quanto ter um amigo num irmão.

Ao Miguel. Devo-te tanto. As palavras valem tão pouco comparado com o que vales para mim. Obrigada pelo apoio na dissertação, na vida, em cada etapa, pelos altos e até pelos baixos, por me lembrares de quem eu sou e de quem quero ser. Por respeitares as minhas ideologias, ambições, defeitos. Por me ajudares a tornar uma pessoa melhor a cada dia que passa. Sem ti não sei se teria chegado aqui.

À professora Joana Dias, sempre tão amável, pela disponibilidade para esclarecer as minhas dúvidas (que não foram poucas) e responder às minhas infundáveis questões. Pelas suas correções minuciosas e pela sua preocupação. Por ser um exemplo de profissionalismo baseado no gosto por aquilo que faz, e por me mostrar que é sempre possível fazer melhor e chegar mais longe. Não foi por puro acaso que optei por desenvolver este trabalho consigo, e fazia-o novamente. Ao professor Fonseca Almeida, pelas suas sempre úteis intervenções e correções baseadas numa profunda experiência na área. Espero que estas breves frases vos permitam compreender o respeito e admiração que tenho por vocês.

À Débora Carneiro, com quem lamento não ter tido mais contacto pessoalmente, pelo apoio, pelas respostas pacientes às questões que ia colocando, até mesmo às mais estranhas. Por me teres dado a conhecer uma realidade tão diferente mas tão importante. O teu gosto pelas pessoas e disponibilidade para ajudar são louváveis. À Ana Justo, incansável na minha receção na Ecovisão e no esclarecimento de todas as dúvidas. Por tanto ter feito para garantir que me integrava na empresa. Pela simpatia e dedicação da Maria João Martins, mas também descontração e profissionalismo, que a vi com a Ana Justo e os restantes integrantes da equipa da Ecovisão fazerem esta crescer de dia para dia. Aos colegas da Ecovisão que tive oportunidade de conhecer e de conviver diariamente, por me receberem tão bem.

A todos os colegas do Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente da FEUP. Dos amigos aos menos próximos, pela experiência que me proporcionaram. A toda a FEUP, pela oportunidade única de aprendizagem. Sei

que não poderia ter uma melhor formação base do que a que obtive aqui. Plus, I have to thank my friend Klaudia Fereńczuk; we met at such a terrible moment in my life and although you didn't actually help me with my thesis, I don't think I would have gotten here without your friendship. Dziękuję siostra.

À população de São Tomé abrangida pelo projeto, com quem nunca falei, e as quais nunca conheci. Ao aprender mais sobre vocês, relembrei-me do que é viver em harmonia com a natureza, a importância de partilhar o pouco que possamos ter, de ser feliz e de levar a vida de forma “Leve, leve”...

Levo-vos a todos e a tantos mais, no meu coração.

# ÍNDICE GERAL

1. Enquadramento.....	1
1.1 Apresentação da Empresa .....	1
1.2 Enquadramento do Trabalho.....	1
1.3 Objetivos.....	2
2. São Tomé e Príncipe .....	3
3. Resíduos Sólidos .....	7
3.1 Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.....	8
3.2 Resíduos Sólidos em Comunidades Rurais de Países Em Desenvolvimento .....	9
3.2.1 Impactes Ambientais .....	9
3.2.2 Saúde humana e animal.....	10
3.3 Valorização de Resíduos Orgânicos .....	10
3.3.1 Tecnologias de valorização orgânica .....	11
3.4 A Problemática dos Resíduos Sólidos em Zonas Rurais em São Tomé e Príncipe .....	12
4. Energia e Alterações Climáticas .....	13
4.1. Combustíveis Fósseis .....	13
4.1.1. Gases com efeito de estufa.....	14
4.1.2 Alterações climáticas.....	14
4.1.3 Combate às alterações climáticas: o acordo de paris .....	16
4.2 Energia em Comunidades Rurais de Países em Desenvolvimento .....	17
4.2.1 Combustão de Biomassa Lenhocelulósica.....	17
4.2.2 Desflorestação e Erosão dos Solos .....	18
4.3 São Tomé e Príncipe: Energia, Alterações Climáticas e Desflorestação .....	19
4.3.1 O clima são-tomense.....	20
4.3.2 A situação energética nacional.....	20
4.3.4 A Contribuição São-Tomense para as Alterações Climáticas .....	21
4.3.5 As alterações climáticas em São Tomé e Príncipe .....	23
4.3.6 Setores vulneráveis às alterações climáticas e oportunidades de adaptação/mitigação .....	25
Agricultura e criação de animais .....	25
Florestas e solos .....	26

Água, energia e pesca.....	26
Zona costeira.....	27
População, saúde e educação .....	27
5. O Papel Digestão Anaeróbia na Mitigação das Alterações Climáticas .....	29
5.1 Requisitos Para o Sucesso, Vantagens e Desvantagens .....	31
5.2 Fases da Digestão Anaeróbia .....	31
5.3 Produtos da Digestão Anaeróbia.....	32
O biogás .....	32
O digerido .....	33
5.4 Parâmetros De Controlo da Digestão Anaeróbia .....	34
5.5 Tipos de Digestores.....	36
5.6.1 Digestores Mais Comummente Utilizados.....	36
Digestor de cúpula fixa .....	37
Digestor de cúpula flutuante .....	38
Digestor de polietileno tubular .....	38
5.6.2 O Biogás como Fonte de Energia .....	39
5.7 Exemplos De Aplicação Em Países Em Desenvolvimento .....	40
5.7.1. China .....	41
5.7.2 Vietname .....	41
5.7.3 Bangladesh.....	41
6. O Projeto Bio&Energy .....	43
6.1 Enquadramento Do Projeto .....	43
6.2 Objetivos Gerais e Comunidades Envolvidas .....	46
6.3 Comunidades-Alvo .....	47
6.3.1 Vista geral das comunidades .....	49
6.4 Análise Qualitativa Da Viabilidade Do Projeto.....	52
6.5 Caraterísticas dos Biodigestores Instalados .....	53
7. Análise do Impacte do Projeto-Piloto na Adaptação às Alterações Climáticas em São Tomé e Príncipe .....	57
7.1 Metodologia Utilizada para determinação das Emissões de Gases com efeito de estufa .....	57
7.3 Quantificação dos Gases com efeito de estufa emitidos Pré-Implementação do Projeto .....	58

7.3.1 Pressupostos .....	59
7.3.2 Setor da energia .....	62
7.3.3 Setor da agricultura, floresta e outros usos dos solos .....	65
7.3.4 Setor dos resíduos .....	68
7.3.5. Inventário total de gases com efeito de estufa .....	69
7.4 Quantificação da Redução de Emissão de Gases com efeito de estufa pela Implementação do Projeto-Piloto .....	70
7.4.1 Pressupostos .....	70
7.4.2 Setor da energia .....	71
7.4.3 Setor da agricultura, floresta e outros usos do solo .....	72
7.4.4 Setor dos resíduos .....	72
7.4.5 Inventário total de gases com efeito de estufa e sua variação com a implementação do projeto-piloto .....	73
7.5 Redução Da Desflorestação E Da Erosão Dos Solos .....	73
7.6 Mecanismos De Monitorização Da Adaptação Às Alterações Climáticas .....	74
7.6.1 Dependência energética de lenha .....	75
7.6.2 Tempo despendido na aquisição de lenha .....	75
7.6.3 Frequência escolar por género .....	75
7.6.4 Avaliação da redução da vulnerabilidade às alterações climáticas .....	75
8. Impacte Potencial Do Aumento De Escala Do Projeto .....	77
8.1. Cenário 1 – Aproveitamento de dejetos de origem humana .....	77
8.2. Cenário 2 – Extensão do projeto a outras famílias das comunidades abrangidas pelo projeto-piloto .....	79
8.3. Cenário 3 – Extensão do projeto a outras comunidades rurais .....	80
9. Conclusões .....	82
10. Trabalhos Futuros .....	82
Bibliografia .....	84
Anexo A .....	89
Informações relativas ao projeto .....	89
Anexo B .....	91
Inquéritos realizados à população das comunidades abrangidas pelo projeto-piloto .....	91
Anexo C .....	150
Principais equações utilizadas e Tabelas-Guia do IPCC .....	150

1. Explicitação dos cálculos – Setor de Energia.....	150
2. Explicitação dos cálculos – Setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo.....	154
3. Explicitação dos cálculos – Setor de Resíduos.....	167
4. Explicitação dos cálculos – Redução da Erosão e da Desflorestação.....	168
5. Explicitação dos cálculos – Determinação das emissões de GEE da deposição de dejetos de origem humana .....	169
6. Explicitação dos cálculos – Análise de Incertezas .....	170
Anexo D.....	171
Comunidades são-tomenses não abrangidas pela empresa de água e energia de são tomé e príncipe (EMAE) .....	171

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4. 1 – Comparação entre a variação global da temperatura ao longo do tempo, considerando as influências humanas e naturais no clima (banda a azul) e apenas influências naturais (banda a verde), e dados reais observados (a preto) (adaptado de U.S.GCRP, 2014). .....	15
Figura 4. 2 – Variação da temperatura média anual entre 1951 e 2010, em São Tomé e Príncipe (RDSTP, 2012).24	
Figura 4. 3 – Variação da precipitação anual entre 1951 e 2010, em São Tomé e Príncipe (RDSTP, 2012). .....	24
Figura 5. 1 – O processo de Digestão Anaeróbia (adaptado da ilustração de Kristi Moriarty, NREL). .....	31
Figura 5. 2 – Esquema representativo de um Digestor de Cúpula Fixa, vista em corte (adaptado de FAO, 1992)...37	
Figura 5. 3 – Esquema do Digestor de Cúpula Flutuante, vista em corte (adaptado de FAO, 1992). .....	38
Figura 5. 4 – Esquema de um Digestor de Polietileno Tubular, vista em corte (adaptado de FAO, 1992). .....	39
Figura 5. 5 – Valor equivalente de biogás em outras fontes de energia (adaptado de ORELAC, 2013). .....	39
Figura 5. 6 – Número de digestores de pequena escala instalados em alguns países do Mundo (adaptado de ORELAC, 2013). .....	40
Figura 6. 1 – Delimitação do Parque Natural do Obô nas ilhas de São Tomé e Príncipe, a verde escuro, e zona tampão, a verde claro (adaptado de Obopark.com). .....	45
.....	48
Figura 6. 2 – Delimitação do Parque Natural do Obô (linha preta mais saliente), Zona Tampão (linha preta mais fina) e localização das comunidades (Santa Jenny – losango amarelo; Novo Destino – losango azul; Mendes da Silva – losango cinza) (adaptado de La Historia com Mapas, 2015 e delimitação determinada pelo Decreto-Lei nº6/2006). .....	48
Figura 6. 3 – Fontes energéticas (%) utilizadas para uso geral. ....	51
Figura 6. 4 – Fontes energéticas (%) utilizadas para a confeção de alimentos. ....	52
Figura 6. 5 – Digestor construído localmente com cúpula fixa de fibra de vidro da AGAMA BiogasPro, antes de ser enterrado (foto retirada no local pela equipa). ....	54
Figura 6. 6 – Digestor de cúpula fixa da marca AGAMA BiogasPro (AGAMA, 2011). .....	55
Figura 7. 1 – Contribuição de cada comunidade para o total de emissões do setor energético. ....	65
Figura 7. 2 – Contribuição percentual dos diferentes subsetores para a totalidade das emissões da comunidade, setor de agricultura, florestas e outros usos do solo. ....	66
Figura 7. 3 – Contribuição de cada comunidade para o total de emissões do setor de agricultura, floresta e outros usos do solo. ....	67
Figura 7. 4 – Contribuição de cada comunidade para o total de emissões do setor de resíduos. ....	68

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4. 1 – Principais gases com efeito de estufa e o seu potencial de aquecimento global e tempo de vida aproximado (adaptado de USEPA, 2016b e WGI, 1996).....	16
Tabela 4. 2 – Estimativa das emissões e captura de GEE, em Gg, em São Tomé e Príncipe, 2005 (adaptado de RDSTP, 2012).....	21
Tabela 4. 3 – Estimativa da emissão e captura de GEE em STP, 1998 e 2005 (adaptado de RDSTP, 2012) .....	22
Tabela 4. 4 – Estimativa da emissão e captura de CO <sub>2</sub> pela biomassa em STP, 1998 e 2005 (adaptado de RDSTP, 2012).....	23
Tabela 4. 5 – Gases constituintes do Biogás (adaptado de GTZ/GIZ, 1999). .....	33
 Tabela 6. 1 – Dados obtidos para cada comunidade.....	50
Tabela 6. 2 – Soluções selecionadas por comunidade, para produção de biogás .....	55
 Tabela 7. 1 – Categorias-chave a analisar segundo o método qualitativo.....	58
Tabela 7. 2 – Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Energia .....	59
Tabela 7. 3 – Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Energia (continuação) .....	60
Tabela 7. 4 - Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo ....	60
Tabela 7. 5 – Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo (continuação) .....	61
Tabela 7. 6 - Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Resíduos .....	62
Tabela 7. 7 – Quantidades dos diferentes combustíveis utilizados por dia e por comunidade abrangida pelo projeto-piloto .....	63
Tabela 7. 8 – Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia .....	64
Tabela 7. 9 – Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo .....	66
Tabela 7. 10 - Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Resíduos .....	68
Tabela 7. 11 – Inventário de emissões de GEE total, pré-implementação do projeto-piloto .....	69
Tabela 7. 12 – Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, pós-implementação do projeto .....	71
Tabela 7. 13 – Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, pós-implementação do projeto .....	72
Tabela 7. 14 – Inventário de emissões de GEE total, pré e pós-implementação do projeto-piloto.....	73
Tabela 7. 15 – Estimativa da redução da desflorestação e erosão dos solos anuais com a implementação do projeto-piloto .....	74
Tabela 7. 16 – Resultados obtidos nas duas fases de questionário para determinação do VRA.....	76
 Tabela 8. 1 – Emissões anuais de metano e dióxido de carbono equivalente resultantes da deposição de dejetos de origem humana .....	78



Tabela 8. 2 – Inventário de emissões de GEE total, pré-implementação do projeto-piloto, considerando as emissões provenientes da gestão de dejetos de origem humana .....	78
Tabela 8. 3 – Produção potencial de biogás utilizando dejetos de origem humana e respetivo número de famílias que poderiam ser beneficiadas, por comunidade .....	79
Tabela 8. 4 – Inventário de emissões de GEE total, antes e depois da implementação do projeto-piloto, considerando as emissões provenientes da gestão de dejetos de origem humana e a produção de biogás para confeção de alimentos a partir dos mesmos.....	79
Tabela 8. 5 – Inventário de emissões de GEE total, antes e depois da implementação do projeto-piloto, considerando as emissões provenientes da gestão de dejetos de origem humana .....	80
Tabela 8. 6 – Estimativa das emissões totais de CO <sub>2</sub> equivalente antes e depois da implementação do projeto nas comunidades sem acesso à rede de água e energia.....	81
Tabela B. 1 – Resultados do inquérito – Secção A.0 e A.1 .....	94
Tabela B. 2 – Resultados do inquérito – Secção A.0 e A.1 (continuação).....	95
Tabela B. 3 – Resultados do inquérito – Secção A.0 e A.1 (continuação).....	96
Tabela B. 4 – Resultados do inquérito – Secção A.0 e A.1 (continuação).....	97
Tabela B. 5 – Resultados do inquérito – Secção A.2.....	98
Tabela B. 6 – Resultados do inquérito – Secção A.2 (continuação) .....	99
Tabela B. 7 – Resultados do inquérito – Secção A.2 (continuação).....	100
Tabela B. 8 – Resultados do inquérito – Secção A.2 (continuação) .....	101
Tabela B. 9 – Resultados do inquérito – Secção A.3.....	102
Tabela B. 10 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação) .....	103
Tabela B. 11 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação) .....	104
Tabela B. 12 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação) .....	105
Tabela B. 13 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação) .....	106
Tabela B. 14 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação) e A.4.....	107
Tabela B. 15 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação).....	108
Tabela B. 16 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação).....	109
Tabela B. 17 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação).....	110
Tabela B. 18 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação).....	111
Tabela B. 19 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação).....	112
Tabela B. 20 – Resultados do inquérito – Secção B.1 .....	113
Tabela B. 21 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação) .....	114
Tabela B. 22 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação) .....	115
Tabela B. 23 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação) .....	116
Tabela B. 24 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação) .....	117
Tabela B. 25 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação) .....	118
Tabela B. 26 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 .....	119
Tabela B. 27 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação).....	120
Tabela B. 28 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação).....	121

Tabela B. 29 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação).....	122
Tabela B. 30 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação).....	123
Tabela B. 31 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação).....	124
Tabela B. 32 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação).....	125
Tabela B. 33 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação).....	126
Tabela B. 34 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação).....	127
Tabela B. 35 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações .....	128
Tabela B. 36 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação).....	129
Tabela B. 37 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação).....	130
Tabela B. 38 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação).....	131
Tabela B. 39 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação).....	132
Tabela B. 40 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação).....	133
Tabela B. 41 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação).....	134
Tabela B. 42 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação).....	135
Tabela B. 43 – Resultados da campanha de pesagens.....	136
Tabela B. 44 – Resultados da campanha de pesagens (continuação).....	137
Tabela B. 45 – Resultados da campanha de pesagens (continuação).....	138
Tabela B. 46 – Resultados da campanha de pesagens (continuação).....	139
Tabela B. 47– Resultados da campanha de pesagens (continuação).....	140
Tabela B. 48 – Resultados do questionário extra – utilização de lenha e educação .....	144
Tabela B. 49 – Resultados do questionário extra - saúde .....	145
Tabela B. 50 – Resultados do questionário extra – avaliação da vulnerabilidade.....	146
Tabela B. 51 – Resultados do questionário extra – avaliação da vulnerabilidade (continuação) .....	147
Tabela B. 52 – Resultados do questionário extra – avaliação da vulnerabilidade (continuação) .....	148
Tabela B. 53 – Resultados do questionário extra – avaliação da vulnerabilidade (continuação) .....	149
 Tabela C. 1 - Emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, utilização de combustíveis líquidos (antes da implementação do projeto).....	 150
Tabela C. 2 - Emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, utilização de combustíveis com base na biomassa (antes da implementação do projeto) .....	151
Tabela C. 3 - Emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, utilização de combustíveis líquidos (depois da implementação do projeto).....	152
Tabela C. 4 - Emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, utilização de combustíveis com base na biomassa (depois da implementação do projeto). .....	154
Tabela C. 5 – Perda anual de carbono devido à remoção de lenha, por comunidade (antes da implementação do projeto).....	155
Tabela C. 6 – Número e tipo de animais sujeitos aos diferentes tipos de gestão de estrume, por comunidade.....	156
Tabela C. 7 - Inventário de emissões de N <sub>2</sub> O direto por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, categoria de gestão de estrume (antes da implementação do projeto).....	157

Tabela C. 8 - Inventário de emissões de CH <sub>4</sub> por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, categoria de gestão de estrume (antes da implementação do projeto) .....	158
Tabela C. 9– Produtividade das culturas mais representativas. ....	159
Tabela C. 10 – Emissões de N <sub>2</sub> O da gestão de solos – resíduos agrícolas e estrume aplicado como fertilizante (antes da implementação do projeto).....	160
Tabela C. 11 - Emissões de N <sub>2</sub> O da gestão de solos – dejetos de origem animal depositados no pasto (antes da implementação do projeto).....	161
Tabela C. 12 - Perda anual de carbono devido à remoção de lenha, por comunidade (depois da implementação do projeto) .....	162
Tabela C. 13 - Inventário de emissões de N <sub>2</sub> O direto por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, categoria de gestão de estrume (depois da implementação do projeto) .....	164
Tabela C. 14 - Emissões de N <sub>2</sub> O da gestão de solos – resíduos agrícolas e estrume aplicado como fertilizante (depois da implementação do projeto).....	165
Tabela C. 15 - Inventário de emissões de CH <sub>4</sub> por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, categoria de gestão de estrume (depois da implementação do projeto) .....	166
Tabela C. 16 – Dados de base para determinação das emissões de GEE no setor de Resíduos.....	167
Tabela C. 17 – Emissões de CH <sub>4</sub> resultantes da deposição de resíduos alimentares na floresta antes da implementação do projeto.....	168
Tabela C. 18 – Parâmetros utilizados para determinação das emissões de GEE resultantes da utilização de latrinas .....	169
Tabela C. 19 – Incertezas consideradas para os GEE determinados em cada subsetor .....	170
Tabela D. 1 – Listagem das comunidades são-tomenses não abrangidas pela empresa de águas e energia nacional, segundo o Censo de 2001 de São Tomé e Príncipe .....	171
Tabela D. 2 – Listagem das comunidades são-tomenses não abrangidas pela empresa de águas e energia nacional, segundo o Censo de 2001 de São Tomé e Príncipe (continuação) .....	172
Tabela D. 3 – Listagem das comunidades são-tomenses não abrangidas pela empresa de águas e energia nacional, segundo o Censo de 2001 de São Tomé e Príncipe (continuação) .....	173



## LISTA DE SIGLAS

AFOUS – Agricultura, Floresta e Outros Usos Do Solo  
AGV – Ácidos Gordos Voláteis  
BCSIR – *Bangladesh Council of Scientific Industrial Research* (Conselho de Investigação Industrial Científica do Bangladesh)  
DGA – Direção Geral do Ambiente (São Tomé e Príncipe)  
EBA – *European Biogas Association* (Associação Europeia do Biogás)  
EMAE - Empresa de Água e Eletricidade de São Tomé e Príncipe  
FAO – *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura)  
GEE – Gases com efeito de estufa  
GIZ – *German Society for International Cooperation* (Sociedade Alemã para a Cooperação Internacional)  
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano  
INDC – *Intended National Determined Contributions* (Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas)  
IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas)  
LGED – *Local Government Engineering Department of Bangladesh* (Departamento de Engenharia Governamental Local)  
NREL – *National Renewable Energy Laboratory* (Laboratório Nacional para as Energias Renováveis)  
ODM – Objetivos de Desenvolvimento do Milénio  
ONU – Organização das Nações Unidas  
ORELAC – *Observatory For Renewable Energy In Latin America And The Caribbean* (Observatório para as Energias Renováveis na América Latina e Caribe)  
PAG – Potencial de Aquecimento Global  
PCI – Poder Calorífico Inferior  
PIB – Produto Interno Bruto  
PNO – Parque Natural do Obô  
TRH – Tempo de Retenção Hidráulico  
TRS – Tempo de Retenção de Sólidos  
UE – União Europeia  
UNDEP – *United Nations Development Programme* (Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas)  
UNEP – *United Nations Environment Programme* (Programa das Nações Unidas – Ambiente)  
UNESCO - *United Nations Educational, Scientific And Cultural Organization* (Organização Educacional, Científica e Cultural das Nações Unidas)  
UNFCCC – *United Nations Framework Convention On Climate Change* (Convenção-quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas)  
VRA – *Vulnerability Reduction Assessment* (Avaliação da Redução da Vulnerabilidade)  
WTE – *Waste To Energy* (resíduo-a-energia)  
WTM – *Waste To Material* (resíduo-a-material)  
WWF – *World Wildlife Fund* (Fundo Mundial para a Vida Selvagem)  
ZEC – Zona de Exploração Controlada  
ZPI – Zona de Preservação Integral



# **1.ENQUADRAMENTO**

## **1.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA**

A Ecovisão – Tecnologias do Meio Ambiente é uma empresa multinacional com mais de 20 anos de experiência na prestação de serviços e aplicação e desenvolvimento de tecnologias na área ambiental. Integra, atualmente, o Grupo Elevo.

Desenvolve uma variedade de projetos um pouco por todo o Mundo e tem como áreas de intervenção, a destacar: estudos e monitorizações ambientais, segurança alimentar, tratamento de águas e efluentes líquidos, gestão e tratamento de resíduos sólidos e bioenergia. Com uma equipa de espírito inovador, dedica-se não só à realização de estudos e aplicação de soluções comprovadas, mas também ao desenvolvimento de novas alternativas, integrando tecnologia, ciência, engenharia e responsabilidade social em todos os seus projetos.

## **1.2 ENQUADRAMENTO DO TRABALHO**

No âmbito da Bioenergia, o interesse da empresa tem vindo a focar-se em particular na produção sustentável de biogás, recorrendo à tecnologia de digestão anaeróbia para produção de energia e simultâneo tratamento de resíduos sólidos e águas residuais. O projeto Bio&Energy – “Bioenergia em São Tomé e Príncipe: Aproveitamento energético de Biogás” – surge da intenção da sua aplicação à escala familiar/comunitária em São Tomé e Príncipe, como uma ferramenta integrada de gestão de resíduos sólidos e aproveitamento energético em comunidades isoladas, não abrangidas pela rede elétrica nacional nem por serviços de recolha/tratamento de resíduos e saneamento. Nestas comunidades, a ausência da prestação destes serviços resulta na exploração insustentável do maior sumidouro de carbono nacional, as florestas, para recolha de lenha com o intuito de produção de energia. A deposição dos resíduos sólidos decorre também indiscriminadamente no ambiente físico envolvente.

Neste projeto em particular, o foco não é a otimização do processo de digestão anaeróbia, mas a análise do seu impacto na qualidade de vida da população e no ambiente. É na vertente ambiental que se enquadra o foco deste trabalho. No presente encontra-se em desenvolvimento a fase piloto do projeto, na qual se pretende, através da estimativa das emissões geradas pelas comunidades abrangidas por esta fase, verificar a redução passível de ser alcançada a este nível, após a sua implementação e funcionamento pleno, assim como com o aumento de escala do projeto. Avaliando, assim, a sua potencialidade em capacitar as populações na adaptação às alterações climáticas.

Os digestores utilizados são essencialmente pré-fabricados, para que a fase piloto cumpra o seu objetivo principal de demonstração da viabilidade da tecnologia em São Tomé. Contudo, também se procedeu à construção de um digestor fabricado localmente para que se possa aumentar a experiência neste sentido. Os substratos para alimentação consistem nos resíduos orgânicos depositados indiscriminadamente na zona florestal – dejetos e restos de alimentos – e o biogás produzido, será, nesta fase, utilizado apenas na confeção de alimentos.

Um projeto deste tipo exige um interesse por parte da população e não terá sucesso sem que este exista, o que deve ser salvaguardado quando a sua expansão for considerada.

### **1.3 OBJETIVOS**

O **primeiro estágio** de desenvolvimento do trabalho pretendeu realizar a recolha do máximo de informação representativa do estilo de vida e hábitos energéticos e de encaminhamento de resíduos das populações a serem abrangidas pelo projeto na sua fase piloto, através de questionários no terreno e análise de estatísticas nacionais, e aprofundar o estado de arte relativamente às práticas de subsistência. Desta fase deve resultar um conjunto de valores e condições pressupostas que permitirão quantificar a atividade das comunidades em termos de, nomeadamente: utilização de combustíveis e hábitos de gestão de resíduos.

A **segunda fase** do desenvolvimento da presente dissertação teve o intuito de avaliar o impacto no processo de adaptação às alterações climáticas que a implementação do projeto-piloto terá. Podem delinear-se alguns objetivos mais específicos:

1. Quantificação dos gases de efeitos de estufa emitidos pré-implementação do projeto:
  - Seleção da metodologia mais apropriada para determinação dos inventários de emissões de gases com efeito de estufa;
  - Seleção dos setores e subsectores a considerar nos inventários;
2. Quantificação dos gases de efeitos de estufa emitidos pós-implementação do projeto e redução associada, considerando a incerteza dos dados;
3. Determinação da desflorestação e erosão consequente nos cenários antes e depois da implementação do projeto-piloto;
4. Seleção, determinação e análise de mecanismos de adaptação às alterações climáticas;
5. Seleção de cenários extra para análise:
  - Determinação da influência esperada nos inventários totais se ocorrer a utilização de dejetos de origem humana no processo;
  - Estimativa do impacto total do projeto na sua expansão.



## 2. SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE

Tendo em consideração a localização da implementação do projeto-piloto – São Tomé e Príncipe – e as implicações que as características geográficas, geológicas e climáticas podem ter no que respeita às alterações climáticas, passam a ser descritos de seguida os pontos fundamentais relacionados com o arquipélago e país em estudo.

A República Democrática de São Tomé e Príncipe (STP) é um arquipélago constituído por duas ilhas principais, que lhe deram nome, e vários ilhéus. As ilhas desta república são de origem vulcânica (Linha vulcânica dos Camarões) e situam-se na costa ocidental africana, no Golfo da Guiné. Possui portanto, rochas deste tipo, em particular basalto, e solos geralmente férteis, ainda que deficientes em fósforo e potássio e com um pH relativamente baixo, entre 5 e 6 (RDSTP, 2015).

Com relevo acidentado até à zona costeira na zona ocidental e mais suave na oriental, onde se incluem, inclusive, planícies, tem o seu ponto mais elevado no Pico de São Tomé (2024 m de altitude). Dada a localização do arquipélago, este está sujeito a um clima equatorial, tropical húmido, de temperatura média e humidade elevada. A estação húmida dá-se entre outubro e maio, com uma ligeira redução da precipitação em janeiro/fevereiro, e a estação seca ocorre nos meses de junho a setembro (RDSTP, 2015).

Trata-se de um país rico em termos de biodiversidade, com espécies endémicas tanto a nível da fauna como da flora. Apesar da informação ser escassa, acredita-se que as ameaças a este nível se prendam com a destruição de *habitat* por expansão agrícola e de utilização de infraestruturas e práticas associadas à agricultura de subsistência e exploração da floresta (que conduz à desflorestação). De facto, em termos gerais, STP possui uma situação ambiental que pode ser caracterizada como de boa qualidade, se comparada com áreas fortemente urbanizadas e industrializadas; ainda assim, o impacto antropogénico persiste, sendo a degradação a este nível causada não só pelos motivos referidos, mas também pela ausência de sistemas de gestão de resíduos e efluentes, que além de ameaçar a biodiversidade, coloca em causa a saúde pública (RDSTP, 2004).

Estes impactes a nível ambiental resultam em grande parte da tentativa de subsistência num país ainda em desenvolvimento, onde o nível económico, principalmente nas zonas rurais, é extremamente baixo. STP é considerado um país pobre, sendo que mais de metade da população vive em estado de pobreza, mais comum em meio rural. Ainda assim, devido ao apoio internacional, o país tem vindo a crescer a nível económico, tendo inclusive ocorrido o aumento do seu Produto Interno Bruto (PIB) a uma taxa superior à média dos países africanos a sul do Saara (RDSTP, 2013).

Segundo dados do relatório de 2015, o país ocupa o 143º lugar entre os 188 países avaliados pela Organização das Nações Unidas (ONU), com um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,555 – nível de desenvolvimento humano médio. Todavia, ocupa a última posição desta categoria, estando próximo da categoria de desenvolvimento humano baixo (IDH correspondente de 0,548). STP

possui uma população de 178 739 habitantes segundo dados mais recentes do Instituto Nacional de Estatística de São Tomé e Príncipe, referentes ao ano de 2012 (INE, 2012). De toda esta população, apenas 48,5% dos agregados familiares tem acesso a serviços de eletricidade e iluminação, sendo que a cobertura é de 61,6% em zonas urbanas e 33,7% em zonas rurais. Somente 29,7% das famílias têm acesso a sistemas de saneamento adequados. De tudo isto, resulta o facto de 78,2% das famílias utilizarem carvão e madeira para preparar as suas refeições, e apenas 6,6% encaminharem adequadamente os resíduos que produzem, ou seja, para contentores associados ao sistema de recolha público, que, apesar de existir, não consegue garantir a gestão integrada dos resíduos. Em termos de saúde pública, a situação nacional é particularmente preocupante, devido aos baixos níveis de saneamento existentes, à qual se associa a malária e outras doenças transmitidas por vetores e patologias diarreicas; estas patologias são ainda na atualidade uma das principais causas de mortalidade (RDSTP, 2012).

O país possui uma grande potencialidade hidroelétrica que permanece inexplorada, devido à falta de investimento na construção de centrais. Tal é lamentável, pois estima-se que a energia de origem hídrica poderia cobrir grande parte das necessidades energéticas nacionais (RDSTP, 2004). Futuramente poderá já não ser possível aproveitar este potencial, pois o regime hidrográfico é irregular e dependente da sazonalidade e da precipitação. Ou seja, o decorrer de alterações a nível climático pode resultar numa diminuição da capacidade dos rios. Em STP já se verificaram alterações, como o aumento da temperatura, do nível médio do mar, da erosão costeira, da duração da época seca e diminuição da precipitação. De facto, é importante que os cidadãos e autoridades são-tomenses procurem um desenvolvimento sustentável, uma vez que STP é particularmente vulnerável às alterações climáticas devido a ser um estado insular e de reduzida dimensão, com ecossistemas frágeis e uma forte e crescente pressão antropogénica sobre os seus limitados recursos territoriais (RDSTP, 2015).

De uma forma talvez até irónica, sabe-se que *“O continente africano contribui com uma parte ínfima das emissões (cerca de 7%), mas as suas zonas áridas e costeiras serão as maiores vítimas dos efeitos adversos das alterações climáticas”* (RDSTP, 2004). Em muitos dos países africanos, onde a pobreza é o fator mais preocupante, não existe preparação para lidar com este desafio, entre os tantos que já enfrentam diariamente. Técnicas de mitigação e adaptação terão assim que ser desenvolvidas por forma a permitir o seu crescimento e combater a pobreza, mas sem gerar contribuições negativas para as alterações climáticas.

O arquipélago de STP é precisamente um desses países em desenvolvimento onde tais estratégias são preponderantes. Tanto em termos da primeira comunicação nacional relativamente às alterações climáticas, como da segunda, verificou-se que em termos de CO<sub>2</sub> equivalente o país é deficitário, ou seja, capta muito mais CO<sub>2</sub> do que aquele que emite. De todos os setores, o da energia é o responsável pela mais significativa fração das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE) nacionais, sendo a maioria resultante do subsector residencial, devido ao recurso a lenha e a combustíveis fósseis. Portanto, apesar de STP ser um sumidouro de CO<sub>2</sub> há a necessidade de se adaptar às alterações

climáticas em particular, diversificando o *mix* energético. Para tal, necessita duma reestruturação a vários níveis, pois suas as condições socioeconómicas baseiam-se em setores que podem ser francamente afetados, como a agricultura, uma vez que a produtividade das plantações depende da temperatura e precipitação a que se encontram sujeitas. Adicionalmente, ainda que seja um sumidouro de carbono, o país pode e pretende ir mais longe e contribuir de forma acrescida para o desenvolvimento sustentável aplicando medidas como a utilização de energias renováveis, a reflorestação e a produção agrícola menos poluente. A esta intenção associa-se o cumprimento da ratificação do Protocolo de Quioto por parte deste país, como país de “Não Anexo 1” (país em desenvolvimento). Para os países que não constam no Anexo 1, não existe uma meta de redução de emissões estabelecida, porém, existe o intuito de alcançar o desenvolvimento sustentável. Através de parcerias com países do “Anexo 1”, para implementação de projetos nos países em desenvolvimento que resultem numa redução de emissões neste, o país parceiro do Anexo 1 poderá utilizar essa redução de emissões como parte dos seus compromissos de redução (UN, 1998; RDSTP, 2004, 2012).

As autoridades nacionais têm-se empenhado no sentido da preservação do ambiente, existindo cada vez mais legislação a este nível e tendo sido ratificadas a maior parte das convenções das Nações Unidas sobre esta temática. A própria Constituição preconiza que um dos objetivos do Estado São-tomense é “*Preservar o equilíbrio harmonioso da natureza e do ambiente*” (RDSTP, 2015).

Se a situação atual se mantiver e não se efetuarem medidas de adaptação, a situação social do país agravar-se-á significativamente com as alterações climáticas, aumentando gravemente o nível de pobreza. Ciente disto, o governo são-tomense pretende, de acordo com as suas Contribuições Nacionalmente Determinadas Pretendidas (INDC – *Intended National Determined Contributions*) de 2015, através de projetos de adaptação e de reforço das capacidades locais a nível tecnológico e de conhecimento, alcançar certas metas a médio prazo, a salientar: aumentar a resiliência às alterações climáticas; integrar o desenvolvimento sustentável das florestas e ecossistemas agroflorestais em programas nacionais, até 2025; reduzir o abate ilegal e indiscriminado de árvores em 15%, até 2030; e, reduzir a utilização de fertilizantes azotados até 2030 (RDSTP, 2004, 2015, 2013).

A recente descoberta de reservas de petróleo no país poderá ser uma alternativa em que apostar para promover o seu desenvolvimento económico; todavia, a sua exploração poderá também levantar mais desafios, tendo em conta o frágil sistema jurídico (RDSTP, 2015). É fulcral, então, encontrar alternativas para melhorar a situação energética nacional que não as já referidas, tentando simultaneamente, que estas sejam o mais sustentáveis não só a nível ambiental, mas a nível económico e social. Em paralelo, é crucial melhorar as condições de saúde da população, em parte gerindo de forma adequada os resíduos sólidos. Tudo isto recorrendo a estratégias o mais economicamente independentes possível, dada a vincada situação de pobreza nacional e o isolamento territorial.



### 3. RESÍDUOS SÓLIDOS

Tendo em consideração que o presente trabalho recai sobre medidas que visam simultaneamente combater as alterações climáticas e promover uma adequada gestão dos resíduos sólidos, importa realizar alguma avaliação desta questão.

O crescimento do atual consumo individual, assim como da população, tem vindo a resultar também na crescente produção de resíduos. Este é um dos maiores problemas ambientais a enfrentar nos dias de hoje, sendo fulcral que as políticas dos diferentes países tenham como prioridade a prevenção e redução da geração de resíduos, assim como a sua gestão adequada. Assim, pretende-se dissociar o mais possível o crescimento económico da produção de resíduos maximizando o seu potencial num contexto de economia circular. Além de fonte de patologias e mal-estar, os resíduos sólidos constituem uma elevada fonte de poluição e de emissão de GEE, que terá que ser diminuída por forma a mitigar as mudanças climáticas globais. Para tal, será necessário estabelecer objetivos ambientais mais restritos do que os atuais, pois, de acordo com o Programa Ambiental das Nações Unidas, (UNEP - *United Nations Environment Programme*), a implementação de sistemas de gestão de resíduos sólidos resulta diretamente não só na melhoria do bem-estar da população, mas também da qualidade do ambiente (UNEP, 2015; UN, 2015).

No referido contexto de economia circular, os resíduos são vistos como recurso gerador de proveito económico em atividades relacionadas, ou não, com a sua origem. Neste contexto, importa em primeiro lugar reconhecer quais os tipos de resíduos a gerir, pois as suas características ditarão o potencial de valorização. Diferentes autores sugerem distintos tipos de classificações, contudo, de acordo com Tchobanoglous (Tchobanoglous, 2002), uma categorização útil consiste na divisão em: resíduos de origem residencial; comercial; institucional; de construção e demolição; de serviços municipais; de estações de tratamento; industriais; de agricultura. O Plano de Ação para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos de São Tomé e Príncipe, em vigor entre 2011 e 2016, define as categorias de resíduos sólidos urbanos com base no local de produção, nomeadamente: produzidos em domicílios; comércio e serviços; indústria; via pública fruto da limpeza urbana; resíduos de construção e demolição; agricultura e pecuária (TESE&EcoGestus, 2011). Tendo em conta a abrangência do presente estudo, ir-se-á focar nos resíduos urbanos produzidos nos domicílios e em atividades de agricultura e pecuária. Importa mencionar, que em nenhum momento se analisa no documento questões relacionadas com resíduos perigosos, pois estes não se enquadram no âmbito do projeto.

De entre as características dos resíduos, tem particular importância a distinção entre a fração orgânica e inorgânica. De acordo com o Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP - *United Nations Environment Programme*), a componente orgânica pode classificar-se como fermentável, de fácil decomposição, e não-fermentável, de decomposição lenta (UNEP, 2005). Salienta-se a existência de frações biodegradáveis e não-biodegradáveis na componente orgânica, e que apenas a fase orgânica de origem biológica será biodegradada; os compostos orgânicos sintéticos, como o plástico, são diferentes

em termos de estrutura molecular e não serão biologicamente degradados, a não ser que se recorra a organismos geneticamente manipulados (Tchobanoglous, 2002).

### **3.1 GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

A gestão de resíduos é complexa e envolve vários ideais, tecnologias e processos. Desde o momento da geração dos resíduos, até à sua eliminação, se aplicável, passando pelo armazenamento, recolha, transferência, transporte e valorização, são variadas as abordagens que poderão ser utilizadas, de acordo com preferências sociais e o contexto legal e económico, assim como de proteção do ambiente natural e antropogénico e da saúde humana. Como em todos os processos de decisão, é fundamental possuir dados suficientes para que a melhor opção seja selecionada, não existindo, necessariamente, soluções ótimas universais (Tchobanoglous, 2002).

Segundo Tchobanoglous (Tchobanoglous, 2002), existem quatro estratégias principais de gestão de resíduos, que integram a hierarquia de gestão de resíduos estabelecida a nível Europeu, de acordo com a Diretiva 2008/98/UE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de novembro de 2008: redução na fonte, reciclagem/valorização material e orgânica (*waste-to-material* – WTM), valorização energética (resíduo-a-energia ou *waste-to-energy* – WTE) e eliminação (em aterro ou queima sem valorização energética). De uma forma geral, não é possível selecionar apenas uma destas opções, sendo a deposição de resíduos em aterro muitas vezes impossível de evitar. A abordagem real é iterativa, ou seja, as quatro estratégias relacionam-se e são interdependentes. Ainda assim, é relativamente comum considerar-se uma hierarquia. Na base dessa hierarquia, por motivos óbvios, encontra-se a redução na fonte, pois resíduos que não são gerados, não têm que ser geridos. Ao mesmo nível encontra-se também a reutilização. De seguida, comumente a opção ideal é a reciclagem, orgânica ou material, ou seja, a valorização dos materiais para que estes possam novamente ser transformados em produtos com o mesmo fim, ou não, do seu original, seguida de outras formas de valorização e por fim a eliminação (Tchobanoglous, 2002).

A reciclagem permite preservar recursos e evita o envio de resíduos para eliminação; porém, apesar da perceção do senso comum, poderá não ser, avaliando a totalidade do seu ciclo de vida, a opção com menor impacto a nível ambiental. Como preferência subsequente, por vezes tem-se o aproveitamento energético, pois apesar de não existir aproveitamento dos materiais, este permite aproveitar a energia intrínseca destes e reduzir o seu volume significativamente, o que pode ser útil, conforme as necessidades energéticas e o espaço disponível para eliminação através da deposição em aterro. Por fim, a última opção deverá ser sempre a deposição em aterro controlado ou a queima sem valorização energética, opções que devem ser tomadas quando excluídas as opções por questões, técnicas, ambientais e económicas e à luz da avaliação do ciclo de vida (Tchobanoglous, 2002).

Ainda que esta hierarquia exista, as condições distintas dos diferentes locais poderão implicar que esta não seja a ideal – mesmo da perspetiva ambiental – o que destaca de novo a necessidade de

conhecer a fundo as características do local em análise. Qualquer que seja a estratégia de gestão, esta deve ser fundamentada a longo prazo, tendo em conta que o Mundo se encontra em permanente mudança, uma vez que a composição dos resíduos originados pode variar ao longo do tempo, tanto em termos de quantidade como de qualidade. Assim, um projeto de aproveitamento a curto prazo poderá não ser viável. De qualquer forma, estas soluções são fundamentais, até porque uma gestão desadequada dos resíduos gerados contribui para vários problemas. A deposição incorreta poderá gerar um foco de pestes, insetos, vermes, entre outros, aumentando a probabilidade de transmissão de doenças; por outro lado, desta pode resultar também a contaminação de cursos e/ou corpos de água (Tchobanoglous, 2002).

### **3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS EM COMUNIDADES RURAIS DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO**

Os resíduos orgânicos são gerados, em maior ou menor quantidade, tanto nas zonas urbanas como rurais, em países desenvolvidos ou em desenvolvimento, dado que são resultantes da vida humana e animal, agricultura, pastoreio, entre outras atividades (Teodorita Al Seadi, 2008). Em países em desenvolvimento são o principal tipo de resíduo originado, sendo que, por exemplo, em África, de acordo com o Observatório de Energias Renováveis para América Latina e o Caribe (ORELAC – *Observatory for Renewable Energy in Latin America and the Caribbean*), cerca de 70% (em massa) dos resíduos, em 2009, eram orgânicos (ORELAC, 2013).

A criação de animais é uma atividade da qual resulta uma grande produção de resíduos e efluentes, pois, a título de exemplo, uma só vaca gera aproximadamente 60 kg de estrume húmido por dia. Se a sua gestão não for apropriada, este resíduo pode poluir diferentes compartimentos ambientais, gerando perigos para a saúde humana e animal, em adição à poluição causada pela emissão de GEE associada à sua degradação (USEPA, 2016c).

Esta situação não decorre, contudo, exclusivamente com os resíduos de origem animal, mas é comum a todos os tipos de matéria orgânica biodegradável (incluindo também dejetos humanos, resíduos da agricultura ou resíduos alimentares).

#### **3.2.1 IMPACTES AMBIENTAIS**

Os resíduos sólidos poluem recursos hídricos como rios e aquíferos, frequentemente utilizados pelas populações para consumo, como resultado do armazenamento inadequado, da sua deposição não controlada ou da aplicação exagerada de fertilizantes com esta origem. Estes poluentes incluem macronutrientes e matéria orgânica, que ao atingir cursos de água podem causar a sua eutrofização, além de transferirem para estes patogénicos, metais pesados, antibióticos, amónio e hormonas, que podem levar à morte da vida aquática (USEPA, 2016c).

Em resultado da incorreta gestão de resíduos sólidos há também impactes expressivos ao nível da degradação da qualidade do ar, com poluentes, por vezes odoríferos e emissão de GEE. O material

orgânico é naturalmente degradado por microrganismos, libertando-se para a atmosfera como resultado dessa atividade quantidades significativas de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) e óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), entre outros, dependendo das condições em que essa degradação se desenvolve (em particular, presença de  $\text{O}_2$ ). Os gases com odor detetável incluem frequentemente ácido sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ), amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) e compostos orgânicos voláteis (COV) (USDA, 2001).

Os gases odoríferos e GEE podem provocar ou aumentar a vulnerabilidade a patologias respiratórias e fomentar/incrementar inflamações das mucosas respiratórias. De salientar contudo, que outros poluentes possuem maiores impactes na saúde humana, como por exemplo as partículas, que frequentemente contém substâncias tóxicas na sua composição. Já a emissão de COV e óxidos de azoto interfere com a formação de ozono. O ozono presente na designada “camada de ozono”, na estratosfera, desempenha um papel crucial para a existência de vida na Terra, funcionando como um filtro que limita a quantidade de radiação solar ultravioleta que atinge a superfície terrestre. O restante, situado na troposfera, designado por ozono troposférico, é um poluente secundário, cujos efeitos podem ser nocivos para a saúde. A formação do ozono deve-se a um conjunto de reações fotoquímicas complexas que envolvem compostos orgânicos voláteis, óxidos de azoto, oxigénio e radiação solar (USDA, 2001). A presença de COV na atmosfera potencia assim a formação de excesso de  $\text{O}_3$ , já que os radicais orgânicos reagem com o NO gerando  $\text{NO}_2$  supletivo, que, por conseguinte, na presença de radiação pode produzir mais ozono. Gases como o metano e monóxido de carbono são também influentes na formação de ozono, visto que ambos competem pelo radical OH, que intervém na quantidade de  $\text{NO}_x$  disponível para a formação de  $\text{O}_3$  (SRAM, 2009).

### **3.2.2 SAÚDE HUMANA E ANIMAL**

Atualmente, há ainda milhões de pessoas a sofrer de infeções parasíticas como resultado do contacto com dejetos e resíduos sólidos orgânicos no ambiente. A poluição de cursos e corpos de água resultante da deposição de resíduos sólidos no solo e quando propiciado o contacto com estes, resulta na propagação de doenças e prejudica o meio ambiente (UNEP, 1999).

Bactérias, vírus, parasitas e pragas que causam a propagação de diversas patologias, são alguns dos resultados do saneamento inapropriado e da deposição de resíduos. Os sistemas de saneamento inadequados, ou até a sua inexistência, são responsáveis pela maioria das doenças nos países em desenvolvimento. Em particular, os resíduos de origem humana são responsabilizáveis pela transmissão de doenças como esquistossomose, cólera, febre tifoide e outras doenças infecciosas (Simpson-Hébert, 1998).

### **3.3 VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**

A biodegradabilidade corresponde à capacidade de alguns produtos ou substâncias serem decompostas nos seus elementos químicos, num período de tempo reduzido, por ação de organismos



vivos, que utilizam os produtos biodegradáveis para produzir energia e criar outras substâncias e novos organismos, em condições aeróbias ou anaeróbias. No conjunto de resíduos desta categoria, incluem-se subprodutos e resíduos orgânicos (ORELAC, 2013).

Assim sendo, afere-se que os resíduos orgânicos podem ser sujeitos a valorização/reciclagem orgânica, ou seja, à sua decomposição biológica controlada sob condições aeróbias ou anaeróbias. Esta valorização, pode ser realizada com diferentes intuitos; se o objetivo é recuperar o conteúdo elementar da matéria orgânica, originando um produto sólido passível de ser utilizado como fertilizante na agricultura, a compostagem é a alternativa mais viável; caso se pretenda produzir um combustível, a digestão anaeróbia permite gerar não só um digerido com potencial fertilizante, como biogás com poder calorífico apreciável (Neva R. Goodwin, 1997; IEA, 2016).

O tipo de resíduos biodegradáveis em causa determina qual destas opções será a mais apropriada. A título de exemplo, os resíduos de origem alimentar, frequentemente muito húmidos, não são tão adequados para a degradação aeróbia em sistemas rudimentares, dada a dificuldade que existe em manter as condições aeróbias, através da circulação de ar (embora se possa recorrer a agentes estruturantes); por outro lado, são um excelente substrato para a degradação em ambiente anaeróbio (Teodorita Al Seadi, 2008).

### **3.3.1 TECNOLOGIAS DE VALORIZAÇÃO ORGÂNICA**

A compostagem é uma tecnologia de valorização/reciclagem orgânica. Consiste na degradação da fração orgânica biodegradável, sob condições aeróbias controladas, por forma a obter, no final, um material sólido semelhante ao solo em cor e odor, com elevado teor orgânico e com um teor de nutrientes que pode ser considerável, para uso na agricultura normalmente como corretivo orgânico (Neva R. Goodwin, 1997). Distingue-se da degradação natural pois é otimizada através do controlo de alguns parâmetros (arejamento, temperatura, humidade entre outros), o que a torna mais rápida e permite estabilizar a fase sólida final (através de higienização e maturação), que em condições naturais pode conter organismos patogénicos, produtos tóxicos e substâncias não-biodegradáveis (Coelho, 2007).

O produto sólido final denomina-se de composto, e, como referido, pode ser utilizado como corretor de solos ou como um meio para crescimento de plantas, sem constituir um perigo para o ambiente ou para a saúde pública, desde que devidamente maturado e higienizado. Salienta-se que, por vezes, não é considerado um fertilizante pois, apesar de ser rico em matéria orgânica, a sua composição em nutrientes é inferior à dos fertilizantes tradicionais, sendo a sua libertação mais lenta (Coelho, 2007).

A estabilidade do produto final depende não só de como o processo se desenrola, mas também da qualidade dos resíduos iniciais. Uma vez que a compostagem corresponde à decomposição de matéria biodegradável, este deve ser o tipo de resíduos a inserir no digestor. Hidratos de carbono, lípidos e proteínas são algumas das substâncias que se apresentam como uma fonte fiável de carbono e energia, sendo a sua degradação rápida, principalmente quando comparada com a degradação de

materiais ricos em lenhina, cuja degradação será muito lenta. Salienta-se que, em condições ideais, os microrganismos degradarão, de forma eficaz, em primeiro lugar a matéria mais simples e, de seguida, a mais complexa (Coelho, 2007; Cordeiro, 2010).

A digestão anaeróbia também é um processo de degradação da matéria orgânica que decorre, todavia, na ausência de oxigénio. Devido ao âmbito do presente trabalho, esta será abordada de forma mais aprofundada na secção 5.

### **3.4 A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS EM ZONAS RURAIS EM SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE**

No caso de STP, mostra-se fulcral não só efetuar o tratamento e gestão dos resíduos sólidos, como gerar energia utilizável pelas comunidades mais isoladas, pelos motivos supramencionados, essencialmente na secção 2 do presente documento. Portanto, recorrer à compostagem, ainda que permita a estabilização dos resíduos a um produto que não só não é prejudicial para a saúde humana e ambiental, mas que pode também ser utilizado na agricultura, não contribui para a geração de energia, pelo que não será a solução tecnológica com maior potencial neste âmbito.

## **4. ENERGIA E ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

De acordo com as Nações Unidas (*United Nations* – UN), a população mundial ultrapassa neste momento os 7 biliões, e encontra-se em constante crescimento sendo provável que exceda os 9 biliões até 2050 (valor estimado de acordo com a variação média da população) (UN, 2015). Simultaneamente, o consumo de bens, tanto essenciais como supérfluos, tem vindo a crescer. À medida que as nossas necessidades de consumo se tornam mais avultadas, mais recursos naturais são despendidos para satisfazê-las, o que leva a uma notável depleção tanto da sua qualidade como da sua quantidade (Neva R. Goodwin, 1997).

A satisfação destas necessidades exige energia, que está envolvida em todos os processos de produção de bens e no dia-a-dia da população. Sendo assim, é fulcral que a fonte energética utilizada seja o mais “limpa” possível. A eletricidade é um tipo de energia secundária que resulta da transformação de variadas energias primárias, renováveis como a energia eólica, solar, geotérmica e hídrica, ou fósseis como o petróleo, carvão e gás natural.

O desenvolvimento dos países tem ocorrido tendencialmente acompanhado de um acréscimo do recurso a energia, normalmente de origem fóssil, o que leva à libertação de ainda mais GEE para a atmosfera, num momento em que os países já desenvolvidos tentam baixar as suas emissões. Tal é contraproducente em termos ambientais, levando a pensar ser impossível atingir os objetivos para o desenvolvimento sustentável apenas com o esforço dos países desenvolvidos. Assim, o desenvolvimento sustentável depende do esforço conjunto entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, com educação, financiamento e transferência das melhores e mais apropriadas tecnologias para os últimos, por forma a desenvolver nestes políticas energéticas que permitam o seu desenvolvimento de forma adequada, sem um aumento significativo das suas emissões (IEA, 2014).

### **4.1. COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS**

Nos dias de hoje e nos últimos anos, o fornecimento de energia tem vindo a ser garantido pelo recurso com muito elevada expressão a fontes de origem fóssil, como o petróleo, o gás natural e o carvão, totalizando cerca de 80% das fontes energéticas globais. Atualmente, a produção de energia e a sua utilização é a maior fonte de GEE a nível global, sendo o sector energético responsável por cerca de dois terços destas emissões (IEA, 2014, 2016).

Como o próprio nome indica, os combustíveis fósseis consistem em restos fossilizados de plantas e animais, que tendo sido sujeitos à temperatura e pressão da crosta terrestre por centenas de milhões de anos, geraram um material rico em carbono com elevado teor energético. A sua produção é extremamente lenta, como referido, pelo que a taxa de consumo destes recursos é superior à da sua obtenção, sendo, por isso, considerados recursos não-renováveis. Assim, crê-se que, com o ritmo do

presente consumo, inevitavelmente, deixarão de ser fontes viáveis para aproveitamento energético (CEC, 2012).

A composição do petróleo, gás natural e carvão não é constante, embora sejam constituídos maioritariamente por: carbono, hidrogénio e azoto, e oxigénio e enxofre em menor quantidade (Petroleum.co.uk, 2015); 87–97% metano e etano, propano, butano, pentano, hexanos, azoto, dióxido de carbono, oxigénio e hidrogénio em menores quantidades (CEC, 2012); e, embora existam diferentes tipos de carvões, todos têm pelo menos 50% de carbono, e os restantes 50% correspondem a hidrogénio, oxigénio, azoto, enxofre e cinzas em quantidades variáveis (KF, 2007). Como consequência da sua composição, quando se realiza a sua decomposição térmica através da combustão são emitidos, entre outros gases, GEE que contribuem fortemente para o aquecimento global e alterações climáticas.

#### **4.1.1. GASES COM EFEITO DE ESTUFA**

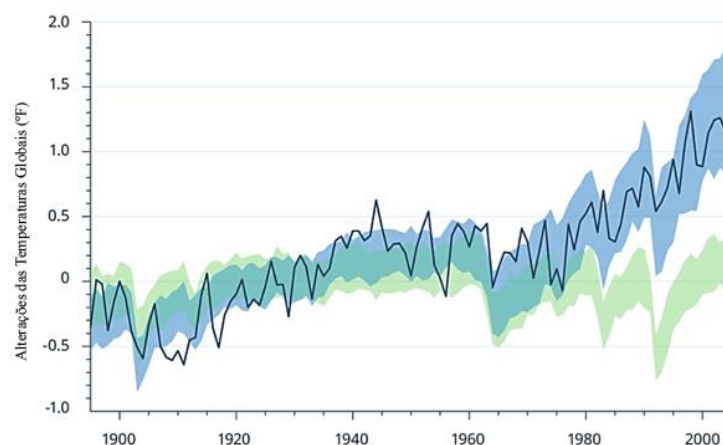
Estes gases denominam-se “com efeito de estufa”, pois possuem a capacidade de absorver parte do calor que recebem do sol, o que resulta num aumento da temperatura da atmosfera (efeito de estufa). De acordo com o Protocolo de Quioto, os seis mais importantes são o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorcarbonetos (HFC), perfluorcarbonetos (PFC) e hexafluoreto de enxofre ( $\text{SF}_6$ ). Realça-se que este efeito é um fenómeno normal e necessário, que permite a existência de vida no planeta; porém, apenas até um certo ponto, sendo que as emissões de GEE de origem antropogénica têm vindo a potenciá-lo a níveis indesejados desde a revolução industrial (IPCC, 2013).

O dióxido de carbono existente na atmosfera resulta em parte da queima de combustíveis fósseis, resíduos sólidos, árvores e produtos lenhosos, e de certas reações químicas. Por outro lado, é capturado da atmosfera quando captado pelas plantas. O metano resulta também da criação animal e agricultura e da degradação anaeróbia de resíduos orgânicos, e o óxido nitroso é emitido como resultado da combustão de resíduos sólidos e combustíveis fósseis (USEPA, 2016a). Os HFC, PFC e  $\text{SF}_6$ , por vezes designados por “gases halogenados”, resultam da produção de espumas, pneus, solventes, aerossóis, alumínio, e de sistemas de refrigeração e distribuição de eletricidade (Heijnes, H, 1999).

#### **4.1.2 ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

A temperatura terrestre depende do balanço energético entre a energia que entra no planeta proveniente do sol, e é absorvida (aumentando a temperatura terrestre) e da que sai, ou seja a que foi previamente rececionada e regressa agora ao espaço (diminuindo a temperatura). Este balanço depende de mudanças naturais e de origem antropogénica, como por exemplo, variações da energia solar que atinge a Terra ou da capacidade de reflexão da atmosfera e superfície terrestre, ou mudanças no efeito de estufa (IPCC, 2013).

Foi possível comprovar, através de análises indiretas do clima, que durante milhões de anos o sistema climático variou naturalmente. Até à revolução industrial, de facto, todas as mudanças climáticas podem ser atribuídas a causas naturais. Porém, desde a revolução industrial que uma análise somente dos fatores climáticos não explica a variação da temperatura, como é visível na Figura 4.1. Por outro lado, modelos que consideram também os GEE de origem antropogénica, aproximam-se muito mais da realidade, indicando que as mais recentes mudanças climáticas, nomeadamente o aquecimento global, se poderão dever à nossa atividade (U.S.GCRP, 2014).



**Figura 4. 1 – Comparação entre a variação global da temperatura ao longo do tempo, considerando as influências humanas e naturais no clima (banda a azul) e apenas influências naturais (banda a verde), e dados reais observados (a preto) (adaptado de U.S.GCRP, 2014).**

Tal dever-se-á aos GEE, cuja emissão aumentou muito significativamente desde que esta revolução se iniciou. Estes gases possuem a capacidade de absorver energia, desacelerando o seu regresso ao espaço, o que resulta no aumento da temperatura (IPCC, 2013). Diferentes GEE têm diferentes resultados no que toca à intensidade com que contribuem para o aquecimento global e distinguem-se pela capacidade de absorver energia e pelo tempo que permanecem na atmosfera (tempo de vida). Estas diferenças levaram à criação do chamado Potencial de Aquecimento Global (PAG), que, através da medição da quantidade de energia que 1 tonelada de gás emitido irá absorver ao longo de um dado período (geralmente, 100 anos), relativamente às emissões de 1 tonelada de dióxido de carbono, permite aferir a contribuição de um gás para o efeito de estufa, relativamente ao CO<sub>2</sub> (uma vez que este é o gás que é emitido em maior quantidade). Tem também em consideração outros fatores relevantes, como, por exemplo, o facto de o metano ser um precursor do ozono. Assim, tem-se uma unidade única que permite somar as emissões de diferentes gases. Uma vez que é a referência, o CO<sub>2</sub> possui um PAG de 1, independentemente do período de avaliação (USEPA, 2016b). A Tabela 4.1 compila informações quanto aos GEE e o seu PAG.

**Tabela 4. 1 – Principais gases com efeito de estufa e o seu potencial de aquecimento global e tempo de vida aproximado (adaptado de USEPA, 2016b e WGI, 1996)**

GEE	PAG (para 100 anos)	Tempo de vida aproximado
CO <sub>2</sub>	1	Milhares de anos
CH <sub>4</sub>	21	10 anos
N <sub>2</sub> O	310	> 100 anos
HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub>	Pode atingir os milhares	Dependente do composto

#### **4.1.3 COMBATE ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS: O ACORDO DE PARIS**

Em dezembro de 2015 concretizou-se um dos mais emblemáticos e ambiciosos acordos no que toca à proteção do ambiente e combate às alterações climáticas – o Acordo de Paris. Neste, vários países reconheceram que as alterações climáticas são uma ameaça às sociedades humanas e ao planeta que poderão ter efeitos potencialmente irreversíveis. Assim, é necessária uma cooperação internacional, envolvendo o maior número de países possível, para reduzir a emissão de GEE. Esta redução é absolutamente necessária para atingir o objetivo máximo desta convenção – manter o aumento da temperatura média global abaixo dos 2 °C acima dos níveis pré-industriais, e, idealmente, a um máximo de 1,5 °C, o que reduziria significativamente os impactes desta problemática. Tal deve ser acompanhado de um aumento da capacidade de adaptação a esses impactes, aumentando a resiliência e o desenvolvimento com baixas emissões de GEE (UNFCCC, 2015).

Tudo isto deve ser feito, reconhecendo que esta é uma preocupação comum a toda a espécie humana, pelo que quaisquer ações devem refletir o mais profundo respeito pelos direitos humanos, e considerar as necessidades e preocupações específicas dos países em desenvolvimento. Ainda, mobilizando não só as diferentes Partes do Acordo, mas também a sociedade civil, o setor privado, instituições financeiras e outras autoridades nacionais, comunidades locais e povos indígenas (UNFCCC, 2015).

Tendo em consideração as diferentes realidades nacionais, atribuíram-se diferentes responsabilidades a cada país segundo o seu grau de desenvolvimento e consequentes capacidades associadas. Em particular, os países desenvolvidos devem liderar esta mudança, continuando a reduzir as suas emissões, e os países em desenvolvimento devem continuar a melhorar os seus esforços de mitigação e/ou adaptação, conservando os seus sumidouros e *stocks* de GEE, reduzindo a desflorestação e a degradação das florestas, conservando-as e incrementando a sua capacidade de armazenamento. Cabe aos países desenvolvidos prestar o devido apoio aos países em desenvolvimento por forma a alcançar as metas referidas, especialmente no que toca àqueles que são particularmente vulneráveis aos efeitos adversos das mudanças climáticas, como os menos desenvolvidos e pequenas ilhas (UNFCCC, 2015).

O Acordo refere-se diretamente à importância de preservar as florestas, referindo, inclusive, o deslocamento de recursos financeiros baseados nos resultados de medidas e incentivos no sentido da

redução das emissões resultantes da desadequada utilização das florestas, entre outras menções ao longo Acordo, no ponto 55 na secção referente às Finanças: *“Recognizes the importance of adequate and predictable financial resources, including for results-based payments, as appropriate, for the implementation of policy approaches and positive incentives for reducing emissions from deforestation and forest degradation, and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks; as well as alternative policy approaches, such as joint mitigation and adaptation approaches for the integral and sustainable management of forests”* (UNFCCC, 2015).

A deflorestação é atualmente uma das principais causas das alterações climáticas, segundo alguns autores, pelo que a proteção das florestas se considera fulcral no seu combate. Para alguns, a sua preservação é considerada “metade do caminho a percorrer para resolver o aquecimento global” nos próximos 50 anos (Houghton, 2015). O continente africano, que possui das maiores áreas florestais mundiais, será um dos locais a apostar para as mitigar (Werf, 2009; Bodart, 2013)

## **4.2 ENERGIA EM COMUNIDADES RURAIS DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO**

O consumo energético de um lar depende da sua dimensão, do seu orçamento familiar e da situação social, cultural, climatológica e ecológica (de acordo com o local). Depende ainda de fatores como o objetivo de utilização, a eficiência dos métodos de aproveitamento energético, e do acesso aos combustíveis. Para a maior parte da população das zonas rurais de países em desenvolvimento a biomassa lenhocelulósica é ainda a única fonte combustível de subsistência a curto prazo (GIZ/GBEP,2015).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO- *Food and Agriculture Organization of the United Nations*), numa avaliação desenvolvida na Ásia, a madeira utilizada como combustível de fontes não-comerciais localiza-se em geral a uma distância considerável dos utilizadores e é utilizada maioritariamente pelas populações rurais a nível doméstico. A maior parte dos utilizadores domésticos não pagam pela madeira, recolhendo-a de onde ela se encontra disponível de forma gratuita, sendo realizada a sua combustão recorrendo a métodos ineficientes, que prejudicam a qualidade de vida, em particular das mulheres que são quem correntemente toma a responsabilidade por este tipo de atividades. A madeira pode ser substituída por combustíveis fósseis onde possível, mas tal não é geralmente observado, sendo os combustíveis fósseis um complemento para a satisfação das crescentes necessidades energéticas e não uma alternativa (FAO, 1997).

### **4.2.1 COMBUSTÃO DE BIOMASSA LENHOCELULÓSICA**

A combustão de biomassa lenhocelulósica, como a madeira, gera emissões de GEE, tal como a de combustíveis fósseis. Os impactes ambientais provenientes da utilização de madeira não se prendem apenas com esta emissão, mas também com a extração insustentável de áreas sensíveis, degradando-as. Diversos estudos consideram que a utilização da bioenergia proveniente de sistemas que fazem a

combustão de madeira é neutra em carbono, ou seja, que aquele que foi emitido, antes também sequestrado da atmosfera, será novamente repostado se o sistema for apropriado a tal (Chum, 2011; Creutzig, 2012a, 2012b). De acordo com alguns autores, como a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, se a extração for realizada de forma apropriada, garantindo que a taxa de recolha é igual à taxa de recrescimento da biomassa, esta pode ser considerada como neutra em CO<sub>2</sub>. Isto porque, neste caso, o CO<sub>2</sub> emitido será recapturado em simultâneo e o balanço global atmosférico é nulo, ao contrário do que acontece com os combustíveis fósseis (FAO, 1997). Este não é, no entanto, o cenário que normalmente se verifica, pelo que não há consenso, atualmente, embora se aceite que o balanço em geral não é nulo. Todavia, de facto, na dificuldade de reduzir as emissões, estas podem ser compensadas pelo aumento de capacidade de captura de carbono da biota e dos solos. A combustão liberta os GEE antes mencionados e o crescimento da vegetação captura CO<sub>2</sub>. É do balanço entre a emissão de GEE e captura de CO<sub>2</sub> por parte da vegetação que resultará um saldo positivo ou negativo de emissões a longo prazo (IPCC, 2014).

Porém, continuamente surgem mais preocupações quanto à utilização de madeira no sector doméstico. À sua queima associa-se poluição do ar interior em cozinhas não-ventiladas que recorrem a fogueiras abertas, o que é francamente prejudicial para a saúde dos agregados familiares. Em paralelo, a preocupação recai na desflorestação. Onde o uso de madeira para fins energéticos é significativo, a utilização continuada de combustível lenhoso de exploração insustentável poderá ser uma causa de significativa desflorestação local. De facto, em pequenas comunidades rurais, a utilização não é frequentemente controlada e acompanhada de medidas de reflorestação, sendo a prática absolutamente insustentável, e não neutra em carbono (FAO, 1997).

#### **4.2.2 DESFLORESTAÇÃO E EROSÃO DOS SOLOS**

Além das problemáticas anteriormente mencionadas, é de salientar a consequência da desflorestação na erosão dos solos. As florestas possuem a capacidade de proteger o solo, e criam com as suas raízes uma matriz que permite estabilizá-lo. Por conseguinte, mesmo em locais cujo declive é muito baixo, a desflorestação leva a uma perda de estabilidade, aumentando a erosão e o transporte de material particulado. Por não existir flora que possa reter alguma da humidade que chega ao solo, este torna-se consequentemente mais húmido o que diminui a sua coesão, aumentando a probabilidade de ocorrência de deslizamentos de terras com consequente perda de nutrientes do solo (Vitousek, 1983).

Num estudo realizado na China, verificou-se o aceleração da erosão devido à desflorestação e degradação do solo, tendo os resultados indicado que a média do diâmetro dos agregados particulados diminuiu no tempo após a desflorestação, mesmo anos depois – ou seja, mesmo passado anos da ocorrência da desflorestação, os efeitos nefastos da erosão consequente ainda se verificam. A erosão resultou na perda de nutrientes do solo (incluindo perdas de azoto e carbono orgânico) e numa diminuição nas atividades enzimáticas neste. Os nutrientes disponíveis decresceram rapidamente assim



que se deu a desflorestação, e gradualmente ao longo dos anos seguintes. O aumento inicial da erosão deve-se à sua maior exposição aos efeitos climáticos, pois, mesmo os efeitos estabilizadores das fibras das raízes não removidas tornam-se insignificantes à medida que estas são destruídas microbiologicamente (Shaoshan, 2008).

Por todos os motivos referidos ao longo das secções 4.2.1 e 4.2.2, é fundamental encontrar uma alternativa à utilização de lenha para produção de energia. O desafio é encontrar um equilíbrio entre a redução das emissões, adaptação e mitigação, preservação da natureza, desenvolvimento sustentável e diminuição da pobreza. O sucesso depende do interesse e compromisso das comunidades, da consistência dos projetos, programas e políticas já vigentes, e do consentimento das partes interessadas (Mbow, 2012).

Atividades de mitigação de alterações climáticas podem neste caso, passar pela redução de emissões de GEE resultantes da produção agrícola, resíduos gerados e combustão da biomassa e combustíveis fósseis. Isto, conservando simultaneamente os sumidouros de carbono existentes, como as florestas, e incrementando a capacidade de sequestração de carbono por unidade de área, através da reflorestação (Sathaye, 2005; Smith, 2013).

O recurso à bioenergia, utilizando outros materiais que não a lenha, apresenta-se como uma medida de mitigação apropriada. A sua produção pode ser integrada, por exemplo, com a gestão de subprodutos e resíduos. Os resíduos são uma fonte energética primária de baixo custo para produção de energia, e são uma alternativa à utilização de madeira, que, como referido, pode ser considerada muito controversa por reduzir os *stocks* de carbono, libertando-o para a atmosfera (Bailis, 2011; Berndes, 2013). Os resíduos orgânicos biodegradáveis incluem os gerados nas habitações e restauração, madeira e derivados, e ainda os presentes nas águas residuais, todos eles adequados para a produção de biogás. A sua recolha e gestão através da digestão anaeróbia resulta não só em mais-valias ambientais, mas também a nível de saúde. Os fogões que recorrem a biogás são mais eficientes e controlam a combustão garantindo que esta é mais completa (Smith, 2013; Haberl, 2010). Segundo Faaij (Faaij, 2006) este tipo de sistemas de geração de energia poderão ser o suficiente para satisfazer as necessidades das comunidades rurais em países em desenvolvimento.

Salienta-se ainda, que uma rápida análise do que foi referido na secção 4.1.3, indica que esta é uma excelente opção para os países em desenvolvimento no que toca ao cumprimento do Acordo de Paris.

#### **4.3 SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE: ENERGIA, ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E DESFLORESTAÇÃO**

Como referido, STP não é uma exceção, nos países em desenvolvimento grande parte da energia é obtida a nível doméstico através da combustão de material lenhoso, complementada pelo

recurso a combustíveis fósseis. Assim, a utilização da bioenergia recorrendo a materiais como resíduos sólidos, pode ser para este país, também uma opção viável.

#### **4.3.1 O CLIMA SÃO-TOMENSE**

Em STP, o clima é caracterizado por ser tropical húmido, com duas estações, uma húmida e uma seca, como já referido. A primeira é entre outubro e maio e a segunda entre junho e setembro, sendo conhecida localmente como “Gravana”. Ocasionalmente, verifica-se a ocorrência de uma estação intermédia, entre dezembro e janeiro, cuja existência depende da zona intertropical de convergência, e que se caracteriza por um decrescer das precipitações e um aumento da temperatura média do ar. A temperatura média anual ronda os 26°C e a precipitação média anual é superior a 800 mm (RDSTP, 2012).

Este país possui uma grande área florestal, densa nas zonas superiores e de declive acidentado e difícil acesso, com pluviosidade elevada. Aí localizam-se os parques naturais, ou “Obô”, zonas protegidas e isentas de atividade antrópica. Na periferia da grande área florestal localiza-se uma floresta secundária, ou “Capoeira”, onde antigamente se dava a produção de café e cacau, atualmente abandonada nestas zonas, com crescentes árvores de grande porte, de declive acentuado e difícil acesso. Ainda, uma zona florestal de plantações de cacau e café ativas. Por outro lado, a região nordeste de STP possui uma zona de savana florestal e arbustiva (principalmente pequenos arbustos lenhosos), relativamente plana, que se relacionará com o antigo cultivo de cana-de-açúcar (RDSTP, 2012).

#### **4.3.2 A SITUAÇÃO ENERGÉTICA NACIONAL**

STP tem um défice elevado em termos energéticos, possuindo somente 2 pequenas unidades de produção hidroelétrica que apenas satisfazem uma pequena parcela das necessidades energéticas nacionais. A nível térmico, a energia é obtida a partir de gasolina importada, o que aumenta muito os gastos. Esta situação ocorre apesar do país possuir um elevado potencial hidroelétrico, proveniente da existência de vastos cursos de água. Deste potencial, cerca de 4,93 % é utilizado na agricultura, 2,98 % para produzir eletricidade, e 0,45 % para fornecer água à população, sendo que os restantes 91,64 %, não são explorados. Entre 1997 e 2006 a produção de energia quase duplicou (de 23,5 a 42,8 GWh); porém, a produção hidroelétrica diminuiu, o que implica que a energia foi produzida recorrendo a fontes não-renováveis, resultando num aumento da emissão de GEE, que terá rondado os 19 % por ano, de acordo com a Segunda Comunicação Nacional para a Convenção Quadro das Nações Unidas para as alterações climáticas da República Democrática de São Tomé e Príncipe, de 2012.

Dada a situação económica difícil do país, a população vê-se na necessidade de abater de forma não controlada árvores para produzir carvão, sendo a lenha destinada principalmente à produção de energia, ainda que também utilizada na construção. Existe ainda assim um grande respeito pelas zonas protegidas. Tal torna o país simultaneamente emissor e recetor de CO<sub>2</sub> – recetor, devido às suas

florestas, e emissor, devido à decomposição de madeira e resíduos, pela sua utilização, de forma natural, e devido a incêndios (RDSTP, 2012).

Dos Objetivos de Desenvolvimento do Milénio (ODM), STP interessa-se particularmente pelo 1º e 7º, isto é: “Erradicar a pobreza extrema e a fome” e “Garantir a sustentabilidade ambiental” (RDSTP, 2012). Uma vez que STP é um país pobre e em desenvolvimento, a garantia da sustentabilidade ambiental tem que ser obtida considerando este panorama, tal como referido no Acordo de Paris.

#### 4.3.4 A CONTRIBUIÇÃO SÃO-TOMENSE PARA AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Na segunda comunicação nacional de STP, houve um esforço para preencher lacunas da primeira comunicação nacional e adequadamente caracterizar o clima e a situação local do país em termos das alterações climáticas, após se formarem os quadros nacionais nas metodologias do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (*Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC).

Então, definiram-se 4 setores essenciais, para os quais o inventário de GEE foi criado: Energia; Processos e Resíduos Industriais; Florestas e Mudanças na utilização dos Solos; Agricultura e Criação de Animais (RDSTP, 2012). Para estes, determinaram-se as emissões de GEE englobados no Protocolo de Quioto. Ressalva-se que STP é considerado um país “Não Anexo I”, grupo que inclui os países em desenvolvimento, particularmente vulneráveis às alterações climáticas, do ponto de vista ambiental e/ou económico, na Convenção-quadro das Nações Unidas sobre as Alterações Climáticas (*United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC). Os resultados obtidos para o ano de 2005, selecionado devido à existência de dados adequados, em quantidade e qualidade (RDSTP, 2012), apresentam-se na Tabela 4.2.

**Tabela 4. 2 – Estimativa das emissões e captura de GEE, em Gg, em São Tomé e Príncipe, 2005 (adaptado de RDSTP, 2012)**

Setores	Gás						
	Emissões CO <sub>2</sub>	Transferências CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	NO <sub>x</sub>	CO	NMVOC
<b>Energia</b>	66,29	-	0,22	0,03	0,50	5,48	0,67
<b>Florestas e Alterações da utilização dos solos</b>	97,2	727,57	0,05	-	0,01	0,41	-
<b>Agricultura e Pecuária</b>	-	-	0,68	0,001	0,26	11,28	-
<b>Processos e Resíduos Industriais</b>	-	-	0,17	0,01	-	-	2,32
<b>Total das emissões</b>	163,49	727,57	1,12	0,041	0,77	17,17	2,99

O conjunto destes valores foi também estimado para o ano de 1998, na segunda comunicação nacional de STP, para efeitos comparativos, tendo-se através dos PAG determinado o valor total em CO<sub>2</sub> equivalente. A Tabela 4.3 apresenta os resultados obtidos.

Tabela 4. 3 – Estimativa da emissão e captura de GEE em STP, 1998 e 2005 (adaptado de RDSTP, 2012)

Sectores	1998 (Gg E-CO <sub>2</sub> )	2005 (Gg E-CO <sub>2</sub> )
Energia	79,08	101,48
Processos e Resíduos Industriais	34,08	13,96
Florestas e outras utilizações dos solos (captura não incluída)	73,78	73,78
Agricultura e Pecuária	43,15	7,42
Total das emissões	230,09	196,63
Estimativa da Captura de CO <sub>2</sub>		
Agricultura e florestas e outras utilizações dos solos	- 704,55	- 727,57

Verifica-se que o setor energético é aquele que, tanto em 1998, como em 2005, mais contribuiu com a emissão de GEE para a atmosfera. As emissões de CO<sub>2</sub> resultantes da queima de biomassa para produção de energia não foram consideradas para este sector, uma vez que são consideradas no de “Florestas e Mudanças na Utilização dos Solos”; pelo que, o aumento das emissões de CO<sub>2</sub> no setor energético deve-se neste caso ao aumento da utilização de petróleo e outros combustíveis fósseis (RDSTP, 2012).

STP não possui propriamente indústrias poluidoras, apenas em estado embrionário e a nível artesanal. Ainda assim, possui, por exemplo, produção de tintas e indústria de produção de bebidas alcoólicas e destilação artesanal, entre outras, de onde pode resultar a emissão de compostos orgânicos voláteis que não o metano (COVMN). No caso da indústria, estimou-se, que as emissões de COVMN aumentaram 28 vezes (de 0,08 para 2,32 Gg) como resultado da maior produção de bebidas espirituosas (RDSTP, 2012). Relativamente ao setor dos Resíduos, os GEE foram calculados incluindo o CH<sub>4</sub> proveniente dos resíduos sólidos urbanos e das águas residuais, peles de origem animal, águas orgânicas industriais e N<sub>2</sub>O proveniente de excrementos de origem humana. Segundo os valores apresentados na Segunda comunicação nacional de STP, para os resíduos sólidos obteve-se uma emissão 0,17 Gg de CH<sub>4</sub>, e para as águas residuais domésticas e comerciais, obteve-se 0,02 Gg de CH<sub>4</sub>, valores que aumentaram desde o ano de 1998 devido ao crescimento da população e consequente aumento de resíduos gerados (RDSTP, 2012).

No setor das Florestas, aferiu-se, que este é, e já era em 1998, o segundo setor que mais contribui para emissão de GEE para a atmosfera. Dada a grande dimensão do ecossistema florestal nacional, a degradação é compensada pela captação, pelo que o país é, ainda, um sequestrador e não emissor de GEE. Todavia, é fulcral encontrar alternativas à exploração das florestas atual, pois a tendência é de que esta se intensifique o que poderá resultar numa alteração de panorama – passagem de sequestrador a emissor de GEE – com consequências a nível das alterações climáticas. Ressalva-se que, entre 1998 e 2005, não decorreu um aumento das emissões totais neste setor (RDSTP, 2012).

Quanto à agricultura e criação de animais, a emissão de GEE resultante da combustão de rejeitados deste setor é relativamente insignificante, assim como a emissão resultante do manuseamento das excreções e da fermentação natural. Ainda assim, por consequência da combustão incompleta, a emissão de CO rondava em 2005 cerca de 11,28 Gg (RDSTP, 2012).

Dada a importância verificada destes dois setores, a Tabela 4.4 permite observar com maior detalhe o quanto os setores Energia e Florestas e Mudança da utilização de Solos contribuem para a emissão de CO<sub>2</sub>.

**Tabela 4. 4 – Estimativa da emissão e captura de CO<sub>2</sub> pela biomassa em STP, 1998 e 2005 (adaptado de RDSTP, 2012)**

Ano do Inventário		CO <sub>2</sub>			
		1998		2005	
Fontes e sumidouros de gases de efeito estufa		Emissões (Gg)	MUSF <sup>a)</sup> (Gg)	Emissões (Gg)	MUSF (Gg)
<b>Total emissões e eliminações</b>		46	-609	66	-630
<b>Energia</b>		46	0	66	0
	Queima dos combustíveis (aproximação sectorial)	46	0	66	0
	Indústrias energéticas	19	0	32	0
	Transportes	22	0	28	0
	Outros sectores	5	0	6	0
<b>Alterações das utilizações dos solos e florestas</b>		0	-609	0	-630
	Alterações nas florestas e outros depósitos de biomassa de madeira	0	-666	0	-689
	Florestas e alteração de pastagens	0	37	0	38
	Abandono de solos geridos	0	-38	0	-38
	Emissões e remoções de CO <sub>2</sub> dos solos	0	59	0	60
<b>Bunkers internacionais</b>		7	0	10	0
	Aviação	5	0	10	0
	Marinha	2	0	0	0
<b>Emissões de CO<sub>2</sub> da biomassa</b>		121	0	71	0

a) MUSF – Mudança de Uso dos Solos e Floresta (atual AFOUS – Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo).

As emissões provenientes da biomassa reduziram para 71 Gg de CO<sub>2</sub> em 2005, entre outros motivos, porque também neste período o sequestro de CO<sub>2</sub> aumentou de 609 Gg para 630 Gg (RDSTP, 2012). Independentemente da sua situação enquanto contribuinte para as alterações climáticas, STP é altamente vulnerável a estas, devido à sua localização e ao facto de constituir um pequeno conjunto de ilhas. Posto isto, apresentam-se na secção 4.3.5 os resultados de um estudo relativamente às mudanças já verificadas no clima de STP.

#### 4.3.5 AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE

Uma vez que o intuito do presente trabalho é avaliar a adaptação às alterações climáticas que pode ser adquirida por parte da população com recurso à digestão anaeróbia, é importante tornar claro qual a situação em STP no que se refere a esta temática. Por este motivo, explora-se agora com maior detalhe as alterações verificadas em STP e as suas consequências.

O estudo realizado pela equipa de elaboração da Segunda Comunicação Nacional de STP teve por base os dados de precipitação e temperatura obtidos na estação meteorológica do Aeroporto Internacional de São Tomé, entre 1951 e 2010, que é a única que oferece uma série de duração adequada e representativa do clima do país durante esta época. Os dados foram analisados por especialistas nacionais recorrendo aos cenários dos Modelos Gerais de Circulação do IPCC. Foram feitas

projeções para estas variáveis climáticas, para o horizonte 2040–2060, por forma a determinar as vulnerabilidades a que o país estará sujeito e como se poderá adaptar. A análise da temperatura média anual permitiu aferir que esta tem uma tendência crescente, a uma taxa de 0,01 °C entre 1951 e 1977, com mínima de 21,3 °C, máxima de 29,3 °C e média de 25,3 °C. Já de 1978 a 2000, a taxa de crescimento agravou-se cinco vezes (0,05 °C), tendo a temperatura aumentado em média 1,15 °C, como visível na Figura 4.2 (RDSTP, 2012).

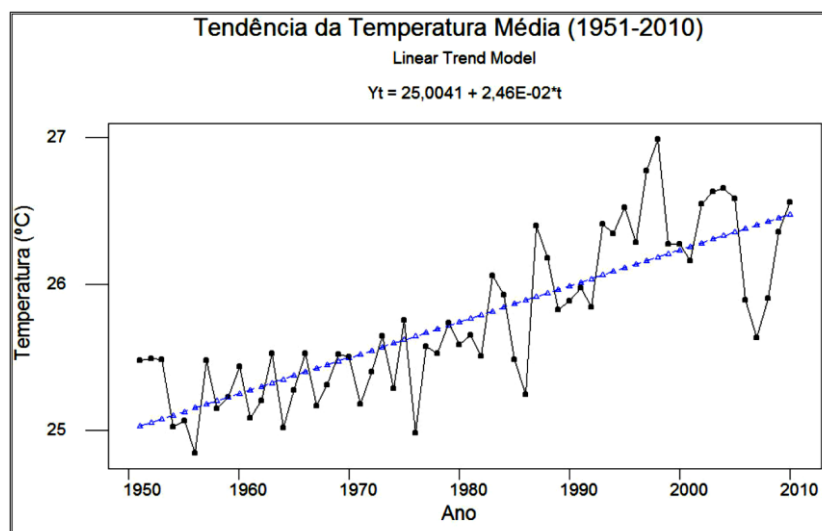


Figura 4. 2 – Variação da temperatura média anual entre 1951 e 2010, em São Tomé e Príncipe (RDSTP, 2012).

Quanto à precipitação, esta apresentou uma tendência decrescente, como visível na Figura 4.3, tendo entre 1951 e 2010 reduzido a uma taxa média anual de 1,7 mm por ano. Simultaneamente, num estudo desenvolvido por especialistas do Programa de Desenvolvimento das Nações Unidas (*United Nations Development Programme – UNDP*) e da Universidade de Oxford verificou-se que nos séculos 60, 80 e de 2000 decorreu um aumento da precipitação durante a época seca. Por contactos efetuados com as populações, soube-se que o caudal dos rios aumentou significativamente, resultando em situações de inundações e deslizamentos de terras (RDSTP, 2012).

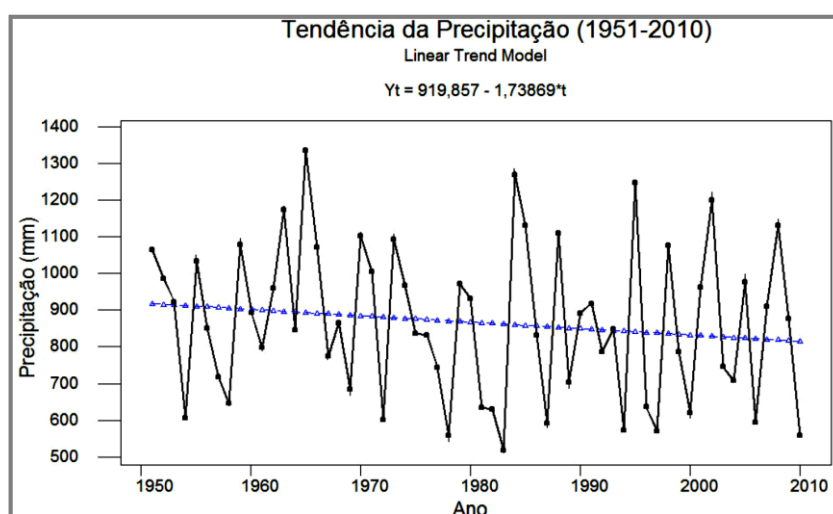


Figura 4. 3 – Variação da precipitação anual entre 1951 e 2010, em São Tomé e Príncipe (RDSTP, 2012).

Na 2ª comunicação nacional, previu-se um aumento de temperatura entre 1 a 2 °C até 2050, relativamente ao ano de 1990, onde se verificou uma temperatura média de 25,9 °C. A precipitação deverá aumentar entre 0 a 306 mm em março a maio e 918 a 1224 mm de setembro a novembro, no horizonte 2040–2060, ou -612 mm a -306 mm entre março a maio e +1836 a 2141 mm para setembro a novembro, para os cenários B1 e A2 definidos pelo IPCC, respetivamente. Além das alterações e eventos anormais/extremos já referidos, acrescenta-se ao leque de problemas a enfrentar o aumento do nível médio do mar, erosão costeira e avanço da zona de savana (RDSTP, 2012, 2004).

#### **4.3.6 SETORES VULNERÁVEIS ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E OPORTUNIDADES DE ADAPTAÇÃO/MITIGAÇÃO**

A Segunda Comunicação Nacional de STP, analisou também a vulnerabilidade às alterações climáticas para 5 setores previamente definidos: Agricultura e Criação de animais; Floresta e Solos; Água, Energia e Pesca; Zona Costeira; População, Saúde e Educação. O ano de referência considerado, tal como tem sido feito até ao momento, é o de 2005, pois é aquele que garante mais dados para análise. Apresentam-se de seguida as vulnerabilidades dos diferentes setores, assim como as diferentes medidas de mitigação propostas de acordo com a Segunda Comunicação Nacional de STP, de 2012.

##### **AGRICULTURA E CRIAÇÃO DE ANIMAIS**

Entre os diferentes produtos agrícolas gerados no país, existem 3 cuja vulnerabilidade às AC será necessário atentar: o Cacau, fulcral não só por constituir a base da alimentação de muitas famílias em meio rural, mas também por contribuir significativamente para o PIB do país, pois é o principal produto exportado; a Banana, que é também um produto base da alimentação da população; e o Milho, que para além de ser relevante no que toca à alimentação das populações, é também utilizado como alimento para os animais. A temperatura e a pluviosidade afetam o crescimento das plantas, uma vez que se relacionam com o processo de fotossíntese. Adicionalmente, um aumento muito elevado de precipitação, que possa levar a inundações, poderá resultar na lavagem de nutrientes do solo prejudicando as plantações. Em condições de humidade e temperatura elevada, tem-se condições ideais para certos microrganismos e fungos proliferarem o que poderá levar à propagação de doenças também nos animais, reduzindo a produtividade da sua criação (RDSTP, 2012).

Para as zonas de plantação de cacau no horizonte 2040–2060, poderá ter-se uma precipitação inferior a 1500 mm, como referido, o que poderá inviabilizar esta cultura. O mesmo acontecerá para todas as culturas que se localizem em zonas onde já não se poderá garantir a precipitação necessária. O milho é particularmente sensível à quantidade de água que recebe, sendo que uma diminuição da precipitação irá reduzir drasticamente a sua produção. As bananeiras, por sua vez, são muito sensíveis à temperatura, pois caso esta seja inferior a 15 °C ou superior a 35 °C, a sua atividade fotossintética cessa devido à desidratação dos tecidos. Se a produtividade das plantações e pastagens diminuir, diminuem também as

receitas obtidas pelos agricultores, na maior parte de pequena dimensão, havendo a possibilidade de se piorarem as condições de pobreza (RDSTP, 2012).

Uma forma de adaptação neste setor poderá consistir na aposta em culturas cuja produtividade não seja prejudicada (ou até incrementada) pelas alterações climáticas.

## **FLORESTAS E SOLOS**

As florestas e solos sofrem bastante através da exploração da população que realiza o abate de árvores indiscriminadamente, em particular nos distritos de Cantagalo, Mé-Zochi e Lobata onde decorrem 85 % dos abates ilegais (principalmente em Lobata - responsável por 72 % dos abates totais do país). Complementarmente, estarão sujeitas a problemas resultantes das alterações climáticas, como a redução da sua área no caso de ocorrer uma longa seca; aumento da zona de savana a nordeste; proliferação de insetos predadores; redução do conteúdo de água nos solos; redução da produtividade; mudanças na estrutura química e física dos solos; inundações e deslizamentos de terras; erosão progressiva dos solos; e, o fenómeno de hidromorfismo, no qual o excesso de água leva a alterações das propriedades dos solos afetados, dificultando a drenagem e arejamento (RDSTP, 2012).

Neste setor, uma redução das emissões de GEE pode ser alcançada através da exploração eficiente de terrenos, reflorestação, reciclagem dos resíduos de exploração da madeira, utilização da valorização orgânica como alternativa à queima de resíduos agrícolas, de fogões mais eficientes e racionalização da aplicação de fertilizantes, e pela promoção das energias renováveis (RDSTP, 2012).

## **ÁGUA, ENERGIA E PESCA**

Entre 2008 e 2010 diminuiu a quantidade de água de abastecimento disponível em 30%, como resultado da redução do nível freático em consequência da redução de precipitação. A mudança do nível freático deverá agravar-se no horizonte 2040–2060. Além da escassez de água a que a população poderá estar sujeita, prevê-se um aumento do índice de mortalidade e migração de espécies. A construção de barragens ou lagos artificiais, por exemplo, poderá prevenir a ocorrência desta situação (RDSTP, 2012).

Na atualidade, a maior parte da energia provém de produção térmica, mas como o país se encontra a crescer economicamente e os combustíveis fósseis não são uma opção viável, por todos os motivos previamente apresentados, será necessário investir no setor hídrico. Porém, o aumento da temperatura e diminuição da precipitação não permitirão um investimento tão eficaz quanto possível no setor hídrico, pelo que será necessário considerar outras medidas de adaptação (e/ou mitigação) (RDSTP, 2012).

Apesar da fraca contribuição do setor da pesca para o PIB, cerca de 15% da população ativa dedica-se a esta ocupação e o peixe representa cerca de 70% da proteína animal consumida localmente. No Atlântico, em julho/agosto, dá-se o movimento de água quente superficial para oeste, sendo esta



substituída por águas mais profundas e mais frias (fenómeno de ressurgência – *upwelling*), ricas em nutrientes. Portanto, é entre maio e outubro que os peixes se deslocam à superfície no Golfo da Guiné. Para STP, interessa o fluxo frio vindo de Benguela, e o quente vindo do Golfo da Guiné. As AC, ao trazerem consigo o aumento da temperatura da água superficial, afetam a direção destes fluxos e, por consequência, o fenómeno de ressurgência, decorrendo uma redução e redistribuição dos recursos marinhos (RDSTP, 2012).

Posto isto, no que toca à energia, a segunda comunicação nacional de STP indica como medidas de mitigação das alterações climáticas a tomar, entre outras propostas, a construção de mais centrais hídricas e de parques solares e eólicos e estimular a utilização de energias alternativas.

## **ZONA COSTEIRA**

O aumento do nível das águas do mar é gradual, de acordo com o relato das populações. Este afetará profundamente a zona costeira em particular tendo em conta que STP é constituído por um conjunto de ilhas. De acordo com o IPCC, para a zona de STP, o nível médio das águas do mar poderá aumentar entre 0,1 a 0,56 m, dependendo dos cenários considerados (RDSTP, 2012).

Em STP, a subida do nível médio das águas do mar e erosão costeira, é também preocupante porque a zona costeira funciona nestas ilhas como centro urbano, e possui estruturas de alto valor económico, como empresas e serviços, centrais termoelétricas, unidades industriais e habitações sociais. A inundação da zona costeira deixará em perigo mais de 100 000 habitantes das ilhas de São Tomé e Príncipe, que consiste em aproximadamente 80% da população total do arquipélago (RDSTP, 2012).

## **POPULAÇÃO, SAÚDE E EDUCAÇÃO**

A situação da população são-tomense, principalmente a que habita em meio rural, é, pelos vários motivos que têm vindo a ser enunciados, preocupante, e poderá ser dificultada pelas mudanças que as alterações climáticas trarão futuramente. Um dos graves problemas identificados consiste na ausência de um sistema de saneamento.

A solução poderá, a título de exemplo, passar pela promoção da valorização doméstica e comunitária de resíduos orgânicos, acompanhada de ações de formação e sensibilização da população, reabilitação dos incineradores dos centros de saúde destinados a resíduos hospitalares tóxicos, e construção de uma estação para recolha e tratamento de águas residuais (RDSTP, 2012).



## 5. O PAPEL DA DIGESTÃO ANAERÓBIA NA MITIGAÇÃO DAS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

Cozinhar ou ligar uma lâmpada, atividades tão simples e acessíveis nos países desenvolvidos, são desafios para uma percentagem significativa da população nos países em desenvolvimento, onde a energia é de difícil obtenção, seja pela escassez de recursos energéticos ou económicos. A digestão anaeróbia pode contribuir para resolver esta problemática, gerando energia de forma económica, e, ainda, um corretivo orgânico que contribuirá para a produção agrícola local. Salienta-se que tudo isto será atingível recorrendo aos resíduos orgânicos gerados pelas populações/comunidades, o que é também vantajoso pois, como já referido, a gestão de resíduos é deficitária.

Como referido na secção 3.3.1, a digestão anaeróbia é um processo de degradação da matéria orgânica, que decorre, em condições anaeróbias, pelo que os microrganismos envolvidos são distintos dos da compostagem, assim como os produtos gerados e parâmetros a controlar. Apesar destas diferenças, consiste de igual forma na estabilização da matéria orgânica biodegradável em atmosfera controlada. Por se realizar em condições anaeróbias, envolve a utilização de reatores fechados (Tchobanoglous, 2002).

Da digestão anaeróbia resulta a produção de biogás e de uma fração sólida que se pretende que esteja estabilizada, denominada de digerido.

De acordo com Tchobanoglous (Tchobanoglous, 2002), a digestão anaeróbia consiste na utilização de resíduos orgânicos como substrato para o crescimento de microrganismos, que na ausência de oxigénio irão realizar a sua decomposição, resultando numa redução do volume de resíduos, usando o carbono como fonte de energia e convertendo-o em produtos gasosos que, em condições ideais, consistem numa mistura de metano e dióxido de carbono, em quantidades teóricas médias de 60/40% respetivamente. As lamas resultantes (digerido) incluem compostos inorgânicos, material orgânico e água.

A digestão anaeróbia pode ser classificada e otimizada de acordo com o teor de sólidos do substrato à entrada: Baixo Teor de Sólidos (ou húmida) e Alto Teor de sólidos (ou seca, assim denominada apesar de o teor de humidade ser elevado), ou seja, para um substrato com teor de sólidos de 3 a 10% e de 15% ou mais, respetivamente, segundo o Laboratório Nacional para as Energias Renováveis – NREL (NREL, 2013). Note-se, que alguns autores referem valores ligeiramente diferentes, como inferior a 20% e superior a 35%, respetivamente (Teodorita Al Seadi, 2008).

Em termos da problemática das alterações climáticas, estudos indicam que o biogás resultante da digestão anaeróbia é uma boa aposta como energia alternativa, pois é uma fonte energética renovável, resultante da biomassa, vasta e em crescimento constante. Segundo alguns autores, tem ainda a vantagem de ser neutra em CO<sub>2</sub>, ao contrário dos combustíveis fósseis e da lenha indevidamente utilizada. Em ambos os casos, a sua utilização através da combustão resulta na emissão de CO<sub>2</sub> e outros GEE para a atmosfera por conversão do carbono armazenado. Mas, o carbono proveniente da

combustão de combustíveis fósseis foi captado da atmosfera pela atividade fotossintética das plantas há milhares de anos atrás, pelo que o ciclo de carbono não é fechado, o que não se aplica ao caso da utilização de biogás (Teodorita Al Seadi, 2008).

De acordo com a Associação Europeia do Biogás (*European Biogas Association – EBA*), numa publicação relativa aos objetivos da COP21 e à contribuição que o biogás poderá dar no sentido do seu cumprimento, só na União Europeia (UE) o recurso à digestão anaeróbia permitiu evitar até à data da publicação, a emissão de cerca de 62,5 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente. Segundo a mesma fonte, a utilização do biogás da digestão anaeróbia é, comparativamente com os combustíveis tradicionais a solução que traz a melhor redução em CO<sub>2</sub> equivalente por unidade de energia produzida (EBA, 2015a).

Tendo ainda em consideração os GEE, é de salientar que a produção de biogás por digestão anaeróbia recorrendo a resíduos de origem animal resulta numa diminuição das emissões de metano e óxido nitroso que, caso contrário, resultaria do seu armazenamento e utilização como fertilizante. O digerido, por sua vez, pode ser utilizado em substituição de fertilizantes químicos (Teodorita Al Seadi, 2008).

Na UE, a alimentação é muito baseada na criação de animais, da qual resultam cerca de 1,27 bilhões de toneladas de estrume, anualmente. Deste, por sua vez, resultam emissões de metano que, em conjunto com as resultantes da fermentação entérica tornam a agropecuária um dos maiores contribuidores para as emissões de GEE totais. Se, ao invés de armazenar o estrume, por vezes durante meses, este for inserido num digestor, o metano que é naturalmente produzido pelas bactérias anaeróbias ao consumir este substrato é capturado e utilizado como uma fonte de energia renovável. Relembrando que o metano possui um PAG na ordem dos 30, torna-se claro que a digestão anaeróbia do estrume poderá vir a afirmar-se como uma excelente alternativa para reduzir a pegada de carbono deste setor. Por tonelada de estrume digerido, são produzidos entre 20 a 60 Nm<sup>3</sup> de biogás, o que corresponde a um evitar de 250 kg de CO<sub>2</sub> equivalente emitidos comparativamente às práticas comuns de armazenamento. De salientar que a fermentação entérica resulta em emissões superiores de CH<sub>4</sub> do que a utilização de estrume, pelo que uma grande fração das emissões resultantes da agropecuária não pode, ainda assim, ser evitada com recurso à digestão anaeróbia (EBA, 2015a).

Paralelamente, da substituição de um fertilizante mineral rico em azoto por digerido pode resultar a redução da emissão de até 6 kg CO<sub>2</sub> equivalente/kg azoto mineral substituído. Os fertilizantes orgânicos têm um impacto menos significativo que os minerais, que possuem níveis muito elevados de azoto disponível que poderá ser lixiviado para corpos de água, enquanto que os primeiros fornecem este nutriente lenta mas eficazmente às plantas sem risco significativo de lixiviação (EBA, 2015b).

A digestão anaeróbia alcança assim três objetivos simultaneamente: redução do recurso a fontes de energia não-renováveis; redução da emissão de GEE; e, gestão sustentável dos resíduos produzidos. Consegue ainda contribuir para a redução do volume de resíduos e consequente custo de transporte, tratamento e eliminação/deposição. Cria postos de trabalho, uma vez que será necessário recolher e

transportar os resíduos, produzir o equipamento, assim como construir, gerir, operar e realizar a manutenção dos biodigestores. Como consequência, podem surgir novas empresas e novos empregos melhorando o nível económico e social das populações abrangidas.

## 5.1 REQUISITOS PARA O SUCESSO, VANTAGENS E DESVANTAGENS

Para que a utilização da digestão anaeróbia tenha sucesso existem alguns requisitos. Terá que existir água ou um líquido adequado utilizável para realizar a mistura, assim como substrato em quantidade suficiente e interesse por parte das comunidades no funcionamento e manutenção dos digestores, que devem ser simples, económicos e apelativos. O sucesso implica assim uma abordagem integrada de fatores ambientais, sociais, técnicos e económicos (NREL, 2013).

Além das vantagens óbvias, já enumeradas, como a possibilidade de obter energia, a produção de um fertilizante orgânico aproveitável na agricultura e a gestão apropriada dos resíduos orgânicos, existem outras vantagens indiretas a destacar. Estas consistem na redução da desflorestação e da emissão de gases prejudiciais à saúde humana pela combustão inadequada de biomassa; na poupança de tempo adquirido por parte da população, que já não necessitará de adquirir madeira de localizações remotas; na utilização de fertilizantes com menores impactos ao nível ambiental; na melhoria da economia e educação familiar, devido ao tempo recuperado que pode ser dedicado a outras atividades e ao orçamento economizado pela ausência de aquisição de combustíveis fósseis; e a possibilidade de comercializar o digerido. As desvantagens são bastante reduzidas, sendo facilmente ultrapassadas e passando pela necessidade de armazenar os resíduos em proximidade do digestor e o risco de explosão caso o biogás não seja devidamente gerido (ORELAC, 2013).

## 5.2 FASES DA DIGESTÃO ANAERÓBIA

Segundo o conhecimento bioquímico e microbiológico atual, a digestão anaeróbia envolve quatro fases principais, que incluem uma série de reações bioquímicas realizadas por diferentes microrganismos (ORELAC, 2013). A Figura 5.1 mostra as referidas fases.

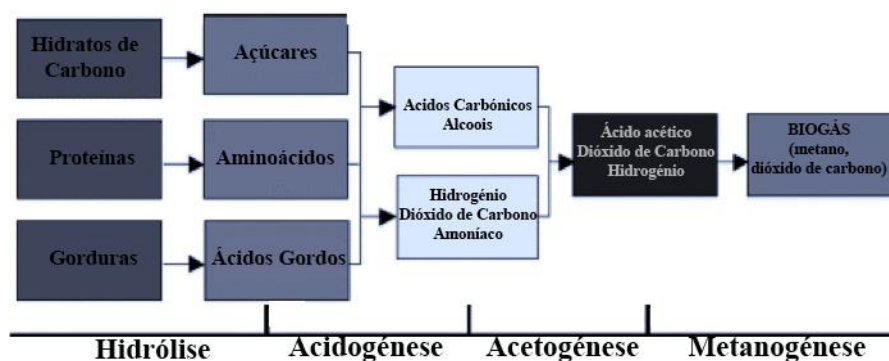


Figura 5. 1 – O processo de Digestão Anaeróbia (adaptado da ilustração de Kristi Moriarty, NREL).

Durante a *hidrólise*, os microrganismos hidrolíticos, através de enzimas extracelulares, transformam as moléculas mais complexas em matéria orgânica solúvel. Na *acidogénese* decorre a fermentação desta a compostos que podem ser utilizados diretamente pelas bactérias metanogénicas, como ácido acético, ácido fórmico, hidrogénio ( $H_2$ ), e outros compostos como o ácido propiónico, valérico, láctico e etanol. Se o  $H_2$  na fase gasosa é de baixa concentração, formar-se-á ácido acético; conforme esta aumenta, formam-se os ácidos de cadeia longa (propiónico, valérico, láctico). Na *acetogénese*, os produtos da acidogénese que não possam ser diretamente utilizados pelas bactérias metanogénicas são transformados em  $H_2$ ,  $CO_2$  e ácido acético, e os ácidos gordos voláteis presentes em ácido acético, sendo que desta atividade resulta a produção de  $H_2$  inibidor da atividade destes microrganismos a altas concentrações. Assim, estas bactérias convivem em simbiose com bactérias que o consomem, como as metanogénicas. Por fim, na *metanogénese*, o ácido acético,  $H_2$  e  $CO_2$  são convertidos a  $CH_4$  e  $CO_2$ , respetivamente pelas bactérias acetoclásticas e pelas hidrogenotróficas, (ORELAC, 2013; Teodorita Al Seadi, 2008).

É crucial atentar na presença de sulfatos na mistura, uma vez que nos digestores é também comum existirem bactérias que os reduzem a sulfureto de hidrogénio, que competem com as bactérias metanogénicas pelo  $H_2$ . Tal leva não só a um decréscimo da produção de metano, mas também a possíveis problemas de corrosão pela presença de sulfureto de hidrogénio (ORELAC, 2013).

### **5.3 PRODUTOS DA DIGESTÃO ANAERÓBIA**

Tal como tem vindo a ser mencionado, dois produtos resultam da digestão anaeróbia um gasoso – biogás – e um sólido – digerido.

#### **O BIOGÁS**

Corresponde à mistura gasosa resultante da decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbias, e é constituído essencialmente por  $CH_4$  e  $CO_2$ . Em teoria, por kg de COD removido, são obtidos  $0,35\text{ Nm}^3$  de metano, o que se traduz em diferentes produções conforme o substrato utilizado. Possui um poder calorífico inferior (PCI) entre 20 e  $25\text{ MJ/m}^3$ , um pouco menor do que do gás natural ( $33$  a  $38\text{ MJ/m}^3$ ) e dependente naturalmente do teor de metano; uma densidade de aproximadamente  $1,2\text{ kg/m}^3$ , e uma temperatura de ignição de cerca de  $600\text{ }^\circ\text{C}$ . A sua composição determina os usos para que é apropriado, sendo que se a quantidade de metano for baixa, o PCI não é suficientemente elevado, e se existirem componentes vestigiais em concentração significativa, podem verificar-se problemas como a corrosão (presença de  $H_2S$ ). A Tabela 4.5 apresenta as características dos gases que podem constituir o biogás (GTZ/GIZ, 1999; Rowse, 2011).

**Tabela 4. 5 – Gases constituintes do Biogás (adaptado de GTZ/GIZ, 1999).**

<b>Gás</b>	<b>Fórmula</b>	<b>% no biogás</b>	<b>Caraterísticas</b>
<b>Metano</b>	CH <sub>4</sub>	50-60	Explosivo. Não tóxico. GEE.
<b>Dióxido de Carbono</b>	CO <sub>2</sub>	30-40	Sem odor. Não inflamável. Mais denso que o ar. GEE.
<b>Azoto</b>	N <sub>2</sub>	0-3	Só presente no biogás se o ar entrar no reator.
<b>Hidrogénio</b>	H <sub>2</sub>	0-1	Produzido durante a fase de hidrólise.
<b>Oxigénio</b>	O <sub>2</sub>	0-1	Só presente no biogás se o ar entrar no reator.
<b>Monóxido de Carbono</b>	CO	Vestigial	Tóxico. Sem cor, sem odor, inflamável.
<b>Amoníaco</b>	NH <sub>3</sub>	Vestigial	Pode ser produzido no início da digestão anaeróbia.
<b>Compostos Orgânicos Voláteis</b>	Várias	Vestigial	Perigosos para a saúde em elevadas concentrações.
<b>Sulfureto de Hidrogénio</b>	H <sub>2</sub> S	Vestigial	Muito tóxico e inflamável. Odor desagradável. Corrosivo.

A taxa de produção de biogás pode ser utilizada como parâmetro de controlo do processo e permite detetar rapidamente instabilidades no digestor. Isto porque, variações da composição percentual e da quantidade de biogás são indicadores de mudanças de comportamento na atividade microbiana (ORELAC, 2013).

## **O DIGERIDO**

O digerido pode ter como destino a utilização agrícola. Nesse caso, pode ser utilizado diretamente como se de um fertilizante se tratasse, ou pode em primeiro lugar separar-se a fase líquida e sólida. Para utilização direta, deve em primeiro lugar avaliar-se a sua estabilidade, grau de higienização, presença de impurezas e contaminantes, conteúdo em nutrientes e matéria orgânica. No caso de se efetuar em primeiro lugar uma separação, esta pode ser realizada por decantação simples ou utilizando mecanismos gravíticos, de compressão ou de centrifugação. No final obtém-se uma fase sólida com maior teor de sólidos, e uma líquida com elementos dissolvidos e suspensos, podendo cada uma ser utilizada de diferentes formas e para diferentes propósitos, de uma forma mais eficaz e específica; a título de exemplo, a fase sólida pode ser utilizada como corretivo de solos após ser sujeita a compostagem, e a líquida reciclada para ser utilizada no processo de digestão anaeróbia (Bernal, 2010).

Tanto a aplicação como o armazenamento de estrume e outros compostos orgânicos têm a si associados fortes odores, que são reduzidos até um total de 80% durante o processo de digestão anaeróbia, sendo que o digerido é praticamente inodoro pouco após a sua aplicação (Teodorita Al Seadi, 2008).

É fulcral controlar a qualidade dos diferentes tipos de substratos, uma vez que estes podem comprometer a qualidade do digerido obtido. Os resíduos de origem animal, em particular, devem ser utilizados de forma cuidadosa, uma vez que naturalmente possuem uma quantidade apreciável de microrganismos. A digestão anaeróbia é essencialmente endotérmica, pelo que durante seu decurso

poderá não se atingir temperaturas elevadas o suficiente para higienização do digerido (Teodorita Al Seadi, 2008).

De facto, a eficiência de remoção de patogénicos aumenta com o acréscimo da temperatura; porém, outros parâmetros são relevantes, em menor ou maior extensão (Teodorita Al Seadi, 2008):

- Existe um tempo mínimo de retenção hidráulico que é necessário, além da temperatura; para processos que decorrem a menos de 20 °C, o tempo mínimo de retenção deve rondar os 70 a 80 dias, 30 a 40 dias se o processo decorre entre os 30 e os 42 °C, e 15 a 20 dias para temperaturas entre os 43 e 55°C;
- Alguns estudos provaram que até cerca de 90% dos microrganismos de interesse a eliminar são afetados pela presença de um ambiente de baixo pH;
- A origem do substrato afeta a presença de patogénicos, pois, por exemplo, a *Salmonella* sobrevive durante um maior período de tempo no estrume de gado, mas o proveniente da criação de suínos possui mais microrganismos infecciosos na sua composição;
- Certas estirpes de *Salmonella* sobrevivem mais tempo em meios com um teor de sólidos superior a 7%;
- Alguns patogénicos são inibidos pela presença de amoníaco.

Desta forma, pode aumentar-se o grau de higienização a menor temperatura jogando com os diferentes parâmetros.

#### **5.4 PARÂMETROS DE CONTROLO DA DIGESTÃO ANAERÓBIA**

Todo o processo depende da atividade microbiana pelo que é fundamental garantir que os microrganismos têm as condições necessárias para estarem presentes e manterem-se ativos e eficazes. Tal depende de certos parâmetros operacionais, os mais relevantes enumerados de seguida. O pH no digestor deve rondar a neutralidade. Para pH inferior a 6,5, a atividade metanogénica começa a diminuir, cessando totalmente abaixo dos 5,5. Se inferior a 4,5, toda a atividade microbiana é interrompida. Por outro lado, se o pH for muito elevado (muito superior a 7), as bactérias metanogénicas não serão tão eficazes e a produção de metano diminuirá (Lema&Mendez, 1997).

Os *ácidos gordos voláteis* (AGV) incluem o ácido fórmico, acético, propiónico e valérico, e são inibidores do processo anaeróbio a altas concentrações. Por este motivo, uma certa alcalinidade deve ser mantida nos digestores, por forma a exercer um efeito “tampão” na ocorrência súbita de mudanças de pH. Alguns autores recomendam uma alcalinidade superior a 2500 mg/L de CaCO<sub>3</sub> para garantir a estabilidade do pH (ORELAC, 2013). De acordo com a Agência Internacional da Energia, 2001, mantendo uma relação constante de *Concentração de AGV/Alcalinidade* < 0,25, a capacidade tampão do sistema é garantida.



A digestão anaeróbia dá-se geralmente entre duas gamas de *temperatura*, a mesófila, situada entre os 35 °C e os 40 °C (ou 25 a 45 °C segundo Teodorita Al Seadi (2008)), e a termófila, entre os 50 °C e os 60 °C (ou 45 a 70°C segundo Teodorita Al Seadi (2008)). O rendimento de produção de biogás é proporcional à temperatura e ao tempo de retenção. Embora se verifique esta vantagem, uma vez que naturalmente o processo de digestão anaeróbia não permite atingir tais temperaturas, ter-se-á que despende de mais energia para as manter, e os reatores são de operação mais complexa. Por isto, o mais comum é operar-se a temperaturas mesófilas(NREL, 2013; ORELAC, 2013).

Os *nutrientes* fundamentais para o crescimento dos microrganismos incluem o carbono, azoto e fósforo, e uma série de elementos minerais como enxofre, potássio, sódio, cálcio, magnésio e ferro. O carbono é a principal fonte de energia e o principal componente do biogás. O azoto é necessário para a síntese de proteínas dos organismos, pelo que uma deficiência deste nutriente levaria a uma diminuição do seu metabolismo. Por outro lado, um excesso de azoto levará a que este se acumule sob a forma de  $\text{NH}_3$ , o que poderá inibir o crescimento bacteriano (ORELAC, 2013). A proporção ótima dos macronutrientes carbono, azoto, fósforo e enxofre (C:N:P:S) ronda os 600:15:5:1 (Teodorita Al Seadi, 2008).

A *mistura* promove o contacto entre os microrganismos e os diferentes componentes, distribuindo o substrato uniformemente pelo reator, aumentando a cinética da digestão anaeróbia, facilitando processos de transferência de massa e evitando zonas “mortas”. Uma boa mistura pode ser realizada mecanicamente por agitadores, por recirculação pneumática por injeção de biogás por aspersores no fundo do digestor, ou pela recirculação do meio (Teodorita Al Seadi, 2008).

O *tempo de retenção hidráulico* (TRH), período que o substrato irá estar em contacto com os microrganismos no digestor, deve ser o suficiente para que a degradação se dê, mas não tão elevado que possa haver acumulação de produtos intermédios, devido às razões previamente mencionadas. A quantidade de matéria orgânica degradada aumenta com o aumento do TRH, contudo, a produção de metano não cresce continuamente com o tempo – atinge um ponto máximo, a partir do qual a produção começa a diminuir. Importa portanto determinar o tempo ideal para cada contexto, tipo de substrato e digestor. Enquanto o tempo de retenção hidráulica se relaciona com a permanência do substrato no digestor, o *tempo de retenção de sólidos* (TRS) corresponde ao tempo médio de residência das células, ou seja o tempo médio que estas passam dentro do reator. Se este for muito baixo, os microrganismos irão sofrer arrastamento (*washout*); se for muito longo, eventualmente o sistema não terá condições para manter os microrganismos, esgotando-se os nutrientes necessários para tal, o que diminuirá previsivelmente a cinética da digestão anaeróbia (Rittmann & McCarty, 2001).

De acordo com Neva R. Goodwin (Neva R. Goodwin, 1997), a *carga orgânica* define-se como a quantidade de CBO ou CQO adicionada ao reator por dia, sendo esta dependente da composição dos resíduos. O Laboratório Nacional para as Energias Renováveis do Estados Unidos a América (*National Renewable Energy Laboratory* – NREL), recomenda a carga orgânica de 1,6 a 4,8 kg SSV/(m<sup>3</sup>.dia) para

uma digestão anaeróbia de elevada cinética, e 0,5 a 1,6 kg SSV/(m<sup>3</sup>.dia) para cinética lenta (ou seja, digestão anaeróbia sem mistura nem adição de calor) (NREL, 2013).

## 5.5 TIPOS DE DIGESTORES

Entre outras classificações, os reatores podem ser classificados de acordo com a frequência a que são carregados, como contínuos, semi-contínuos ou *batch* (por partidas). A seleção da tecnologia depende dos resíduos a tratar e do grau de complexidade admissível (GTZ/GIZ, 1999).

Os reatores do tipo *batch* são carregados de uma só vez, e descarregados apenas quando a digestão anaeróbia cessa, ou seja, após o TRH. Então, são novamente preenchidos e o processo repete-se pelo que é adequado a uma produção intermitente de resíduos. Podem ser utilizados para tratar resíduos com alto teor de sólidos, e são geralmente simples e económicos. Como consequência da entrada única de elevada quantidade de substrato, a produção de biogás atinge rapidamente um pico, começando depois a decair (ORELAC, 2013).

Nos digestores *contínuos*, a entrada de resíduos é permanente, ou seja, existe sempre uma certa quantidade de substrato a ser inserida no sistema. Este tipo de reator não é muito adequado a substratos com alto teor de sólidos, por ser necessário previamente à sua entrada a adição de água. Exige um coletor para o digerido, cujo volume será igual ao de entrada de substrato, e uma quantidade de resíduos tal que permita a alimentação contínua. Este tipo de digestor é mais adequado para produções a grande escala (como a nível industrial) (GTZ/GIZ, 1999).

Os digestores *semi-contínuos* constituem um meio termo entre os anteriormente referidos, sendo que a entrada de resíduos não é contínua, mas também não se dá somente no final da digestão anaeróbia; ou seja, após a primeira alimentação deve continuar-se a adicionar material regularmente. É o tipo de digestor mais utilizado no mundo em pequena escala, para uso doméstico – ou seja, uma certa quantidade de resíduos é misturada com uma certa quantidade de água e é alimentada ao reator uma vez por dia, sendo o biogás utilizado no horário das refeições. Atualmente, é comum neste contexto (escala familiar) recorrer-se a 3 tipos de digestores que se apresentam em maior detalhe de seguida, na Secção 5.6.1. O tipo de reator a utilizar deve ter em consideração o clima local e a quantidade de recursos, conhecimento e mão-de-obra disponíveis. O clima influenciará a temperatura a que a digestão anaeróbia decorrerá, uma vez que em geral não se dá o aquecimento dos digestores; e será necessário adicionar água ao digestor, daí ser importante conhecer os recursos disponíveis (GTZ/GIZ, 1999).

### 5.6.1 DIGESTORES MAIS COMUMMENTE UTILIZADOS

Antes da apresentação dos digestores mais comumente utilizados no contexto do presente estudo, importa referir que existem outras tecnologias, mais inovadoras distinguidas fundamentalmente pela forma como os microrganismos se encontram no meio, podendo estar em suspensão ou suportados em suporte inerte. Do primeiro tipo são exemplos o Reator Contínuo Perfeitamente Agitado, Fluxo de

Pistão e Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente. Já no segundo caso, importa ainda referir que os microrganismos podem estar imobilizados em suporte fixo (filme fixo) ou móvel (leito expandido ou leito fluidizado). Existe também a possibilidade de separação de fases de degradação em reatores independentes (por exemplo, realizando a metanogénese em reator separado), o que resulta na maximização da eficiência do processo (ORELAC, 2013).

Estas tecnologias são de complexidade e preço mais elevado, pelo que não representam uma opção viável para as zonas rurais de países em desenvolvimento, muito menos considerando que estes digestores serão de pequena dimensão. Estes não serão, portanto, alvo de estudo mais aprofundado, apresentando-se de seguida somente os que importam neste contexto, que são de três tipos.

### DIGESTOR DE CÚPULA FIXA

Também conhecido como “Modelo Chinês” como resultado da sua origem, possui um compartimento subterrâneo inserido num orifício previamente aberto, de tijolo, por exemplo, e uma cúpula fixa para armazenamento do biogás (Figura 5.2) (FAO, 1992).

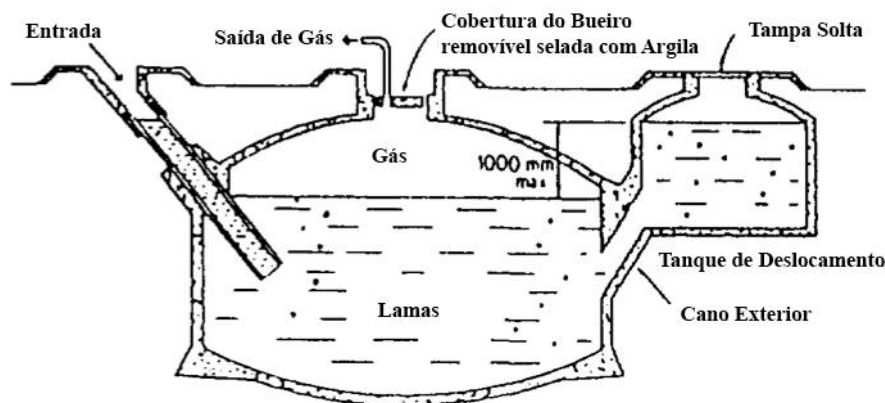


Figura 5. 2 – Esquema representativo de um Digestor de Cúpula Fixa, vista em corte (adaptado de FAO, 1992).

As condições de anaerobiose são garantidas pelo fecho de todas as fendas utilizando uma tinta de polímero impermeável, e a temperatura pelo isolamento oferecido pela construção subterrânea. Este digestor pode ser construído como uma estrutura de uma só peça, o que simplifica a construção e manutenção. Possui um tubo de entrada por onde os resíduos e água são inseridos. À medida que se dá a digestão anaeróbia, o biogás é produzido mantendo-se no digestor, o que causa um aumento de pressão que, ao atingir determinado ponto, empurra o digerido para um tubo, ligado ao tanque coletor, que terá que ser esvaziado quando preenchido, para que o sistema funcione normalmente (Buxton e Reed, 2010; Owieja, 2011; GTZ/GIZ, 1999).

Tem como principais vantagens não ter partes móveis, ser de baixo custo e ter uma vida útil de cerca de 20 anos, segundo a Sociedade Alemã para a Cooperação Internacional (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* – GTZ/GIZ). Alguns autores consideram que esta pode atingir os 50 anos se a manutenção for apropriada. As suas desvantagens passam pela necessidade de selagem de

fendas, de mão-de-obra técnica para construção e flutuações da pressão do gás. Comparado com as outras tecnologias a mencionar seguidamente, é dispendioso (ORELAC, 2013; GTZ/GIZ, 1999).

### DIGESTOR DE CÚPULA FLUTUANTE

Também conhecido por “Modelo Indiano” (Figura 5.3), difere apenas do modelo chinês por possuir uma cúpula que não é fixa, mas sim móvel, que fica suspensa enquanto não é produzido biogás e sobe à medida que o biogás é produzido e a pressão no seu interior aumenta. O substrato entra de forma semelhante, por um tubo, e o digerido sai por outro, ligados aos tanques de armazenamento de resíduos e de digerido, respetivamente (ORELAC, 2013).

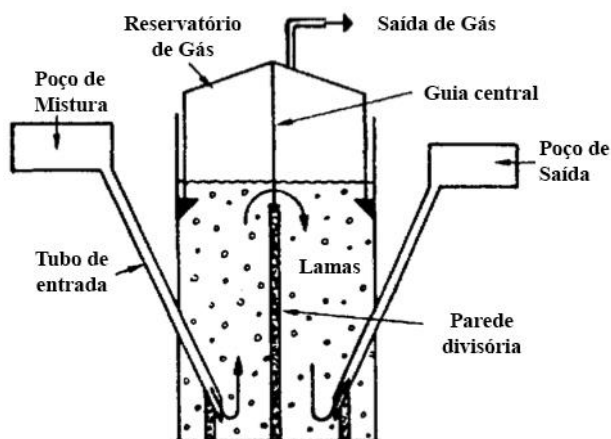


Figura 5. 3 – Esquema do Digestor de Cúpula Flutuante, vista em corte (adaptado de FAO, 1992).

Tal como no caso da cúpula fixa, os resíduos e água inseridos descendem até à parte inferior do digestor, formando-se uma camada de sólidos no fundo e uma líquida, de efluente, acima desta. Este tem como vantagens relativamente ao anterior, o facto de ser possível visualizar o funcionamento do digestor e a variação da produção de biogás através do movimento da cúpula. Adicionalmente, é vantajoso o facto das condições anaeróbias serem mais simples de manter através da simples remoção de ferrugem e pintura regulares, uma vez que a maior parte do digestor é subterrânea, e a cúpula móvel não possui fendas sendo uma peça única, ao contrário do que acontece com a fixa se construída em tijolo. Ainda assim, a sua vida útil ronda apenas os 5 a 15 anos, e exige mais manutenção (GTZ/GIZ, 1999; Rowse, 2011).

### DIGESTOR DE POLIETILENO TUBULAR

Após um esforço de origem Tailandesa, que garantiu a este modelo o nome de “Modelo Tailandês” (Figura 5.4), no sentido de criar digestores com um menor custo inicial, verificou-se que o plástico (mais especificamente, polietileno e PVC) seria uma boa aposta neste sentido. O PVC é mais oneroso, pelo que normalmente recorre-se ao polietileno. A construção é simples, sendo que é somente necessário um saco de filme de polietileno, normalmente de duas camadas, que seja capaz de suportar a

pressão do biogás e cujo volume seja suficiente para que possa ser preenchido com os resíduos e água garantindo espaço para o biogás que virá a formar-se. Este é posicionado na horizontal, com uma ligeira inclinação (2 a 5%), para aproveitar a gravidade para remoção do digerido. Encontra-se também equipado com um tubo para entrada do substrato, e um para saída do digerido, à semelhança dos anteriores (ORELAC, 2013).

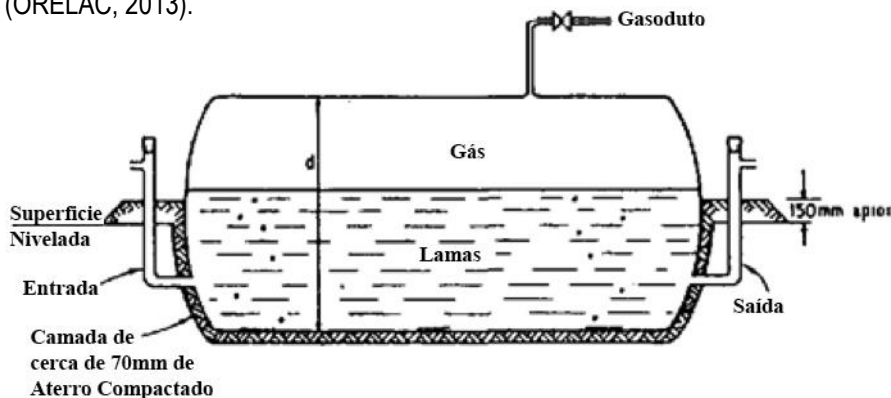


Figura 5. 4 – Esquema de um Digestor de Polietileno Tubular, vista em corte (adaptado de FAO, 1992).

O reator tubular tem a desvantagem de ter uma vida útil que pode ser de apenas 2 anos, podendo, ainda assim, atingir os 10. Os materiais simples que o constituem, apesar de tornarem a sua construção mais económica, dão-lhe a desvantagem de que a digestão anaeróbia seja muito afetada pelo clima, devido ao fraco isolamento (GTZ/GIZ, 1999).

### 5.6.2 O BIOGÁS COMO FONTE DE ENERGIA

De acordo com o Laboratório Nacional para as Energias Renováveis dos Estados Unidos da América (2013), o biogás pode ser utilizado em praticamente todos os aparelhos dedicados à utilização de gás natural, desde que sujeitos a ajustes mínimos considerando o menor poder calorífico. A Figura 5.5 apresenta o valor equivalente de biogás a outras fontes de energia.

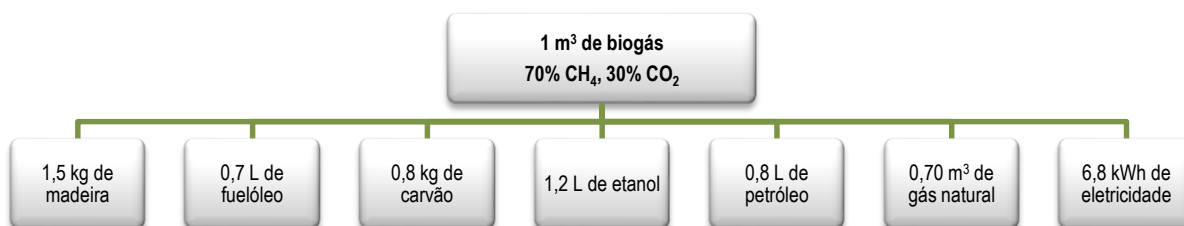


Figura 5. 5 – Valor equivalente de biogás em outras fontes de energia (adaptado de ORELAC, 2013).

Nas zonas rurais dos países em desenvolvimento as aplicações mais atrativas passam pela utilização do calor resultante da sua combustão direta e aplicação em sistemas de cogeração de eletricidade e calor. Uma vez que nestes locais a geração de energia se dá a nível familiar ou de uma comunidade, para cozinhar e iluminação, a eletricidade é nestes casos produzida recorrendo a geradores, e para cozinhar, normalmente recorre-se à sua queima num fogão ou caldeira (ORELAC, 2013).

A *geração de eletricidade* a partir do biogás pode ser realizada recorrendo a motores de combustão com geradores de eletricidade, turbinas ou células de combustível estacionárias. A geração de eletricidade recorrendo a turbinas é de mais rápida instalação e menos poluente do que os motores de combustão. Além disso, estas permitem a cogeração de vapor e energia com boa recuperação do calor envolvido, são silenciosas e funcionam eficazmente mesmo quando laboram com combustíveis de baixo poder calorífico. Todavia, estas dependem fortemente de parâmetros como a humidade e pressão, que influenciam a energia que a turbina consegue produzir, assim como a sua eficiência (ORELAC, 2013).

Além das utilizações já apresentadas, o biogás pode ter também outras, como a integração na rede de gás natural (caso o intuito seja esse, este terá que ser previamente sujeito a um processo de purificação) ou utilização em veículos da mesma forma que o gás natural (após um processo de purificação que permita aumentar os níveis de metano até cerca de 95%) (IEA, 2001; ORELAC, 2013). Contudo, estas aplicações (integração na rede nacional de gás natural, utilização em veículos) não são as mais interessantes e adequadas no que toca às zonas rurais de países em desenvolvimento.

## 5.7 EXEMPLOS DE APLICAÇÃO EM PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Apenas na Ásia, milhões de famílias possuem digestores de pequena escala para proveito do biogás, tanto para cozinhar, como para produzir eletricidade. Nestes locais, a produção de biogás demonstrou melhorar a capacidade económica das famílias, criando emprego em áreas rurais e aumentando por consequência o poder de compra regional, incrementando a qualidade de vida das populações e contribuindo para o desenvolvimento económico e social (Teodorita Al Seadi, 2008). A Figura 5.6 expõe o número de digestores de pequena escala instalados em alguns países do Mundo.

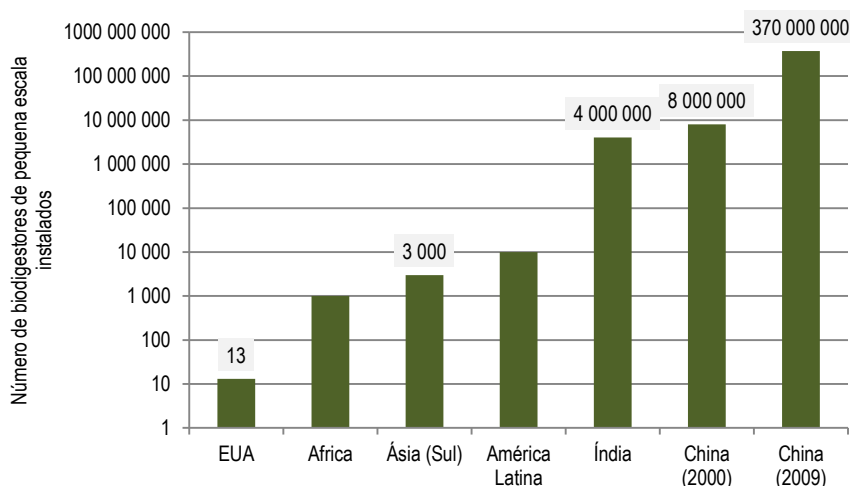


Figura 5.6 – Número de digestores de pequena escala instalados em alguns países do Mundo (adaptado de ORELAC, 2013).

De seguida, apresenta-se a experiência de alguns países na utilização do biogás em pequena escala, com enfoque, mas não em exclusivo, nas zonas rurais.

### **5.7.1. CHINA**

A China possui um forte programa de produção de biogás, sendo o maior do Mundo, segundo Abbasi (Abbasi, 2012), com mais de 25 milhões de lares a recorrer a esta energia e mais de 10% dos lares em zonas rurais. Uma parte dos digestores foram construídos para o tratamento de efluentes líquidos domésticos, em número superior a 55 vezes os existentes para tratamento de resíduos e efluentes provenientes de criação de gado e aves.

Como resultado de uma iniciativa governamental, parte integrante da estratégia para aumento do recurso a energias renováveis, cerca de 5 milhões de biodigestores foram construídos em 2010, apenas na província de *Sichuan*, que possui uma população na ordem dos 80 milhões e um clima subtropical húmido. Alguns exemplos de sucesso incluem o obtido pela *Hongzhi Alcohol Corporation Limited*, a maior fábrica de produção de álcool no sudoeste chinês, que utiliza o seu efluente industrial orgânico, o efluente de saneamento, e resíduos/sedimentos da sua produção para gerar biogás, serviço pago pelos residentes e indústria, mas gratuito para os agricultores. Além disso, tem uma central para produção de energia que gera 7 milhões de kWh. A cidade de *Mianzhu* surpreende, também, por tratar quase a totalidade (98%) do seu esgoto, incluindo efluentes de origem hospitalar, em digestores anaeróbios com tal eficiência que o efluente resultante possui qualidade para ser descarregado em cursos de água, de acordo com a legislação nacional (Abbasi, 2012).

### **5.7.2 VIETNAME**

No Vietname, à semelhança de outros países em desenvolvimento (Colômbia, Etiópia, Bangladesh, entre outros) procedeu-se à instalação de vários digestores tubulares de polietileno, simplificando a construção dos biodigestores, utilizando materiais locais e reduzindo os custos associados. Os reatores foram bem recebidos pelos agricultores, principalmente quando a estes era dada a oportunidade de participar nas manutenções e reparações dos equipamentos. Em 10 anos, mais de 20 000 digestores foram instalados, tendo, inclusive, a maioria sido suportados pelos próprios agricultores, o que comprova o seu baixo custo. No entanto, há ainda que melhorar a sua eficiência e durabilidade (Abbasi, 2012).

### **5.7.3 BANGLADESH**

No Bangladesh, por ação conjunta do Conselho de Investigação Industrial Científica do Bangladesh (*Bangladesh Council of Scientific Industrial Research - BCSIR*) e do Departamento de Engenharia Governamental Local (*Local Government Engineering Department – LGED*), milhares de digestores domésticos foram instalados, sendo o mais comum o de cúpula fixa, com cerca de 75% dos totais a funcionar adequadamente (Abbasi, 2012).





## **6. O PROJETO BIO&ENERGY**

Em curso desde dezembro de 2014, o projeto “Bioenergia em São Tomé e Príncipe” visa testar a aplicabilidade da digestão anaeróbia ao tratamento dos resíduos orgânicos dos agregados familiares de zonas rurais, nesta fase inicial, na Ilha de São Tomé. A execução e implementação no terreno está a cargo da Ecovisão, em parceria com a Direção Geral do Ambiente de São Tomé e Príncipe (DGA). Este projeto está a ser desenvolvido com o apoio da Cooperação Portuguesa, através do Instituto Camões - Instituto da Cooperação e da Língua e da Agência Portuguesa de Ambiente, com financiamento do Fundo Português de Carbono (DGA, 2013).

Como mencionado na secção 4.3, o país é um sumidouro de carbono que, ainda assim, pretende apostar no desenvolvimento limpo, recorrendo a energias renováveis, e na proteção das zonas florestais que lhe conferem este estatuto, diminuindo a desflorestação e promovendo a reflorestação e técnicas agrícolas sustentáveis. O projeto no qual se integra a presente dissertação pretende, recorrendo à digestão anaeróbia de resíduos e efluentes orgânicos, melhorar as condições de vida de pequenas comunidades rurais de STP, nas quais, como se viu, ou não existem sistemas de saneamento e de gestão de resíduos e efluentes, nem de fornecimento de energia, ou estes são inadequados. Simultaneamente, tenciona preservar a zona florestal de STP, nomeadamente o Parque Natural do Obô, através da redução da desflorestação, com paralela redução da emissão de GEE, impacte positivo complementar decorrente do facto de cessar a necessidade de utilização de lenha para confeção de alimentos. A este impacte de carácter positivo, juntam-se outros de maior ou menor probabilidade, como a melhoria das condições de saúde, da fertilidade agrícola, aumento da frequência escolar e literacia e da igualdade de géneros, e redução do nível de contaminação de solos e águas. Através da promoção de uma fonte de energia renovável procurou-se dar à população em geral e aos quadros-técnicos as capacidades necessárias para se adaptarem às alterações climáticas (DGA, 2013).

Desta forma, a população-alvo do projeto pertence às comunidades rurais de STP seleccionadas, assim como quadros técnicos, empresas e a Direção Geral do Ambiente.

### **6.1 ENQUADRAMENTO DO PROJETO**

Além de contribuir para o alcance dos ODM, embora apenas após 2015, existem muitos outros documentos e metas a salientar para os quais o projeto será uma ferramenta valiosa. Encontra-se em vigor a Segunda Estratégia Nacional de Redução da Pobreza entre 2012 e 2016, em STP, que entre outros fatores salienta a importância de prover energia fiável e de baixo custo, assim como aumentar a cobertura de recolha de resíduos, como medidas fulcrais para melhorar a qualidade de vida da população. Ao nível deste documento, a digestão anaeróbia integra-se em várias perspetivas e medidas, das quais se realçam: i) “Fomento da produção e produtividade das culturas de exportação” através de

um sistema integrado de controlo de pragas e doenças e utilização de um corretivo orgânico; ii) “Aumento e melhoria da qualidade de produção animal” através da manutenção do controlo sanitário; iii) “Promoção de um ambiente saudável e de utilização racional de recursos naturais”, através da atuação fundamentalmente ao nível da principal preocupação ambiental que tem hoje a ver com a deflorestação; iv) “Provisão de energia fiável e de baixo custo”, expandindo o acesso das populações à energia e implementando um projeto de geração de energia recorrendo a uma energia renovável; e, “Integração das questões relativas a alterações climáticas nas políticas de desenvolvimento do país”, em particular fornecendo conhecimento e competências a este nível e sensibilizando a população para as alterações climáticas; e, ainda, no que se refere aos Eixos 2 - Promoção de um Crescimento Económico Sustentável e Integrado e 3 - Desenvolvimento do Capital Humano e Melhoria dos Serviços Sociais Básicos (RDSTP, 2012b).

O projeto encontra-se também em concordância com o Plano de Ação para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos de São Tomé e Príncipe, em curso entre 2011 e 2016, em particular contribuindo diretamente para concretização de parte dos objetivos estipulados nos Eixos 4 - Sistema de Gestão de Resíduos, 5 - Formação e Inovação e 6 - Sensibilização (TESE&EcoGestus, 2011).

Relativamente às alterações climáticas, parte importante do enquadramento do projeto, são de relembrar as já referidas Convenções e Protocolos que STP ratificou, particularmente a mais recente, o Acordo de Paris. Mencionados previamente, tem-se também, entre outros, as duas Comunicações Nacionais sobre as Alterações Climáticas (RDSTP, 2012a, 2004), o Programa de Ação para o Desenvolvimento Sustentável dos Pequenos Estados Insulares em Desenvolvimento (RDSTP, 2013) e a sua Contribuição Nacional Determinada (RDSTP, 2015).

Por outro lado, o projeto enquadra-se claramente nas medidas de proteção do Parque Natural do Obô (PNO). Até ao início do milénio, a população respeitou profundamente a floresta primária, estando esta protegida da exploração de madeira. Mas as transformações a nível social e económico, em conjunto com as alterações climáticas, têm levado a consequências negativas para a floresta são-tomense. Para a salvaguardar, surgiu a criação das leis do Parque Natural do Obô de São Tomé e de Príncipe, respetivamente Lei nº 6/2006 e nº 7/2006 de 2 de agosto de 2006.

O PNO engloba essencialmente a área correspondente à floresta primária, o pico de São Tomé e ecossistemas na sua envolvente. É fonte de particular proteção devido à sua grande riqueza em termos de diversidade florística e faunística, e por ser o berço dos principais cursos de água doce do país. Envolve as duas principais ilhas do arquipélago, situando-se nas regiões centro/sul das mesmas (Figura 6.1). Nestes locais, a presença humana é mínima devido ao difícil acesso e à elevada densidade florestal (Brito, 2006; Landim, 2014).

O Parque envolve duas zonas, uma Zona de Preservação Integral (ZPI) e uma Zona de Exploração Controlada (ZEC). Na ZPI são proibidas quaisquer atividades que resultem na alteração da fauna e flora exceto visitas públicas e de observação científica e obras necessárias para a sua execução, de acordo com certas medidas. Na ZEC permite-se o uso sustentável da fauna e flora, negócios não-

agrícolas e ecoturismo. Existe também uma Zona Tampão, para além dos limites do parque (Figura 6.1). Em qualquer zona do parque, é expressamente proibida a realização de atividades que prejudiquem o equilíbrio natural e/ou alterem a ocupação e topografia do solo (RDSTP, 2006a, 2006b). A Zona Tampão corresponde à zona de exploração agrícola na envolvente imediata do PNO, e nesta é permitida a exploração florestal desde que de forma seletiva, de impacte previamente avaliado e devidamente compensada por medidas de reflorestação (Albuquerque, 2009).



**Figura 6. 1 – Delimitação do Parque Natural do Obô nas ilhas de São Tomé e Príncipe, a verde escuro, e zona tampão, a verde claro (adaptado de Obopark.com).**

Na Zona Tampão localiza-se a maior fração da floresta secundária, resultante do abandono das culturas de cacau situadas acima dos 600 m, uma vez que estas não se apresentavam como rentáveis. Do abandono resultou o crescimento de vegetação gerando-se a floresta secundária, situada imediatamente em torno da primária. Por fim tem-se a floresta de sombra, que consiste numa formação artificial resultante da modernização das plantações de cacau e café, de função principal fornecer cobertura arbórea às plantações. Esta última localiza-se entre as altitudes de 100 e 600 m, abaixo da floresta secundária (Carvalho, 2002; Albuquerque, 2009).

São várias as comunidades cujo território integra a zona tampão do parque, segundo Albuquerque (2009), e como tem vindo a ser referido ao longo do presente documento, a população é ainda atualmente muito dependente da lenha para fins energéticos. Importa que a exploração madeireira seja sustentável, não só para proteção da floresta nesta zona, mas também porque a sua destruição poderá potencialmente levar a que as comunidades comecem a penetrar o parque Obô, e se dê, também aí, exploração de madeira por razões de subsistência.

Contudo, sabe-se que a exploração dos materiais lenhosos tem vindo a ser realizada de forma não controlada um pouco por todo o país, devido à incapacidade de fiscalização das instituições responsáveis, à falta de quadros técnicos competentes, equipamentos e instrumentos jurídicos adequados e eficazes. Na realidade, as zonas florestais mais sujeitas a degradação consistem mesmo

nas de floresta secundária e de sombra, em particular esta última, pois situam-se em maior proximidade da população (Carvalho, 2002).

A situação na ilha de São Tomé aparenta ser pior quando comparada com a de Príncipe, em parte por a segunda ter sido considerada uma Reserva da Biosfera pela UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*) em 2012, estando por isto sujeita a maiores medidas de proteção por parte do governo. À desflorestação associa-se a perda de habitats naturais, de valor tão substancial para o Parque, uma vez que nas zonas florestais apenas de São Tomé encontram-se à data da pesquisa, 17 espécies da Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza com estatuto Vulnerável, ou mais preocupante (espécies naturais e introduzidas, cujo habitat é a floresta), das quais 9 são endémicas. Tal facto já lhe valeu a STP o título de “Galápagos Africana” pela *World Wildlife Fund* (WWF) (IUCN, 2016; WWF, 2016).

Em suma, o enquadramento realizado demonstra claramente a importância do projeto na preservação do PNO e no cumprimento das medidas estipuladas na legislação e planos de gestão do parque, em particular, na ilha de São Tomé.

## **6.2 OBJETIVOS GERAIS E COMUNIDADES ENVOLVIDAS**

Excetuando quando mencionado o contrário, as informações a apresentar seguidamente nos pontos 6.2 e 6.3 correspondem a uma análise dos resultados enunciados no Terceiro Relatório de Progresso do Projeto elaborado pela DGA e Ecovisão. Realça-se que à data da publicação da presente dissertação já decorreu a publicação de um Quarto Relatório de Progresso do Projeto, com informações mais atualizadas; porém, dado que o acesso a este documento só foi obtido a cerca de um mês da conclusão deste trabalho, e que as alterações não mudam de forma significativa os cálculos efetuados, optou-se por manter como documento base de trabalho as informações presentes no terceiro relatório.

A DGA e a Ecovisão pretenderam proceder à instalação de unidades-piloto em cinco comunidades, com a participação ativa destas, tendo sido também elaborados dois manuais, de Gestão, Operação e Manutenção (GO&M) e de Construção de biodigestores com recursos locais. Adicionalmente, a implementação do projeto prevê ações de formação para os habitantes no sentido de sensibilizá-los para as questões ambientais e para promover a digestão anaeróbia e a sua replicação a outras comunidades. No final, as comunidades devem ter adquirido conhecimento do que se trata o desenvolvimento limpo e em consequência ter alterado as suas opções a nível energético. No Anexo A, é possível ver com maior detalhe as diferentes ações a desenvolver no âmbito do projeto, assim como a sua organização cronológica (Tabela A.1) (DGA, 2013).

De forma mais particular, visaram intervir em pequenas comunidades rurais isoladas, nomeadamente naquelas onde os índices de pobreza são mais pronunciados e nas quais não existe, nem existirá a médio/longo prazo, acesso à rede pública de distribuição de energia e sistemas de recolha

de resíduos sólidos. Adicionalmente, tem relevância a existência de atividades de pecuária e agricultura significativas, uma vez que os resíduos resultantes, tal como tem vindo a ser referido, constituirão parte do substrato a utilizar na digestão anaeróbia (DGA, 2013).

### **6.3 COMUNIDADES-ALVO**

Devido a questões de logística e de acompanhamento, foi decidido pela equipa da Direção Geral do Ambiente de STP e da Ecovisão que apenas a ilha de São Tomé seria, inicialmente, abrangida pelo projeto. Lembra-se que a situação em Príncipe não é tão negativa quanto em São Tomé, relativamente aos fatores anteriormente explicitados. A seleção das comunidades teve por base critérios objetivos, também estes definidos pela equipa mencionada, nomeadamente, número e dimensão dos agregados familiares, inexistência de energia elétrica (fornecida pelas Empresa de Água e Eletricidade de São Tomé e Príncipe - EMAE) e previsão de expansão da mesma a médio/longo prazo, potencial em termos de agricultura e pecuária, acesso à comunidade, organização das habitações e proximidade ao Parque Natural do Obô e à sua Zona Tampão (DGA&Ecovisão, 2015).

São Tomé possui seis distritos: Água Grande, Cantagalo, Caué, Lembá, Lobata e Mé-Zóchi (INE, 2012). O Distrito de Água Grande foi rapidamente excluído pela equipa, por ser considerado um meio urbano. Os outros distritos foram analisados por forma a identificar comunidades apropriadas, e foi realizada uma visita a cada para confirmar os critérios supramencionados, pois nem toda a informação necessária se encontra disponível/atualizada. Além disto, a visita teve a vantagem de contactar com as comunidades compreendendo-se assim melhor a sua receptividade ao projeto (DGA&Ecovisão, 2015).

As visitas realizadas pela equipa a um total de 33 comunidades permitiram identificar como comunidades-alvo potenciais: Santa Jenny, em Lembá, Dona Augusta, em Caué, e Novo Destino, em Mé-Zóchi. Em Lobata e Cantagalo não se conseguiram identificar comunidades que cumprissem os requisitos mencionados, total ou parcialmente, sendo necessária uma nova abordagem que resultou na identificação de apenas Mendes da Silva, em Cantagalo (DGA&Ecovisão, 2015). Como resultado, as 4 comunidades referidas foram as selecionadas para serem abrangidas pelo projeto: Santa Jenny, Dona Augusta, Novo Destino, e Mendes da Silva. A sua localização geográfica encontra-se identificada no mapa da Figura 6.2, onde se pode também visualizar a sua localização relativamente ao Parque Natural do Obô e à sua Zona Tampão.



geração significativa de biogás, e o seu aumento encontrava-se dependente de desenvolvimentos futuros cuja conclusão a equipa considerou não ser certa.

### **6.3.1 VISTA GERAL DAS COMUNIDADES**

Em primeiro lugar apresenta-se uma caracterização e análise geral da distribuição física/geográfica de cada comunidade e hábitos de recolha de lenha, assim como, o nível de recetividade à utilização do biogás.

Em *Mendes da Silva*, Cantagalo, a verificação da situação local mostrou habitações que se desenvolvem em fila, com cozinhas entre os edifícios, e que a comunidade se encontra dividida em duas partes, superior e inferior, que pouco distam entre si. A população de facto realiza recolha de lenha, e em 65% dos casos as mulheres estão envolvidas nesta tarefa, em comparação com 47% para os homens e crianças. Relativamente ao tempo despendido na apanha, os relatos da população variam entre pouco menos de 1 h, até um total de 5 h. Todos os agregados familiares se apresentaram dispostos a utilizar o biogás como fonte de energia, embora apenas 6 dos 34 terem declarado já a separação de orgânicos de inorgânicos por iniciativa própria, possivelmente com o intuito de encaminhar os orgânicos para alimentação dos animais.

Similarmente, *Santa Jenny*, em Lembá, encontra-se dividida em duas partes; uma, de fácil acesso pela estrada principal, onde se encontra a maior parte da população, e outra, distante desta. Foi sobre esta última que recaiu o maior interesse, se realizaram inquéritos e irá incidir o projeto, pois não se prevê a instalação de serviços de fornecimento de água e eletricidade a curto/médio prazo, devido ao seu difícil acesso. A lenha utilizada é maioritariamente proveniente da floresta envolvente. Em 75% dos casos as mulheres estão envolvidas na sua recolha, em comparação com 38% e 31% para os homens e crianças, respetivamente. O tempo despendido varia entre menos de 1 h até 4 h. Apenas um agregado familiar não se apresentou disposto a utilizar o biogás como fonte de energia para cozinhar, embora nenhum realizasse a separação de orgânicos de inorgânicos por iniciativa própria.

Por fim, em *Novo Destino*, Mé-Zóchi, as habitações desenvolvem-se de forma semelhante a Mendes da Silva, em fila, neste caso com blocos de 3 a 5 habitações, com as cozinhas em frente dos edifícios, em geral. A lenha é utilizada, quase em exclusivo, para cozinhar, e foi também possível apurar que é maioritariamente proveniente da floresta envolvente. Em 84% dos casos as mulheres estão envolvidas na recolha de lenha, em comparação com 47% para os homens e 63% para as crianças. O tempo despendido varia entre menos de 1 h até 3 h. Todos os agregados familiares se apresentaram dispostos a utilizar o biogás como fonte de energia, embora apenas 7 dos 34 realizassem já a separação de orgânicos de inorgânicos por iniciativa própria.

Após esta análise, que verifica a utilização de lenha da floresta envolvente, o grande tempo despendido na sua aquisição, principalmente por mulheres, e a disponibilidade para utilização de biogás,

apresentam-se na Tabela 6.1 de forma mais detalhada os dados mais relevantes obtidos para cada comunidade.

**Tabela 6. 1 – Caracterização de cada comunidade**

		Mendes da Silva	Santa Jenny	Novo Destino
Famílias	Total	34	19	34
	Inquiridos	34	16	34
	Nº médio de pessoas	4 a 5	3 a 4	4 a 5
População	Total	147	62	160
	Homens	79	37	79
	Mulheres	68	29	81
	Faixa etária principal	12 a 65		
Cozinha	Interior	2	0	1
	Exterior	32	16	31
Dejetos	Latrina	32	0	30
	Floresta	2	16	4
Refeições	Nº/dia	2 ou 3		
	Encaminhamento de resíduos <sup>b)</sup>	Alimentação de animais (62%), Floresta (35%)	Alimentação de animais (50%), Floresta (44%)	Alimentação de animais (23%), Floresta 65%)
Atividade agrícola	Agregado Familiar	20	14	25
	Comunitária	0	1	0
	Culturas principais	Banana, Matabala, Cacau	Banana, Matabala, Cacau, Fruta-pão	Banana, Matabala
	Encaminhamento de resíduos	Floresta (67%), Estrume (21%), Animais (5%), Queima (3%), Nada (3%)	Floresta (39%), Estrume (36%), Lote (21%), Alimentação de animais (4%)	Lote (16%), Estrume (40%), Floresta (40%), Queima (4%)
Criação de animais	Número	Galinhas (218)   Porcos (70)   Cabras (30)   Patos (30)	Galinhas (105)   Porcos (59)	Galinhas (112)   Porcos (79)   Cabras (14)   Patos (60)
	Regime	Fechado; maioria todo o dia	Fechado; todo ou parte do dia	Fechado (70%), Aberto (30%)
	Encaminhamento de resíduos	Floresta (100%)	Floresta (58%), Estrume (25%)	Junto à pocilga (43%), Floresta (22%)
Campanha de pesagens	nº famílias	19	9	19
	kg resíduos/semana	890	208	597
	Capitação	1,88	1,05	0,80
	Resíduos	50% Cascas de banana, figos e 50% fezes de porco	100% Cascas de banana	50% Cascas de banana, jaca, matabala, folha de pimpinela; 50% fezes de porco

b) Todas as percentagens referidas como encaminhamento de resíduos referem-se à percentagem de famílias que utiliza as diferentes vias.

Da análise da Tabela 6.1 verifica-se que Santa Jenny é a mais pequena das 3 comunidades selecionadas, e também a que possui famílias menores. Apenas em Novo Destino se verificou a existência de mais mulheres do que homens, e em todos os aglomerados a população é maioritariamente

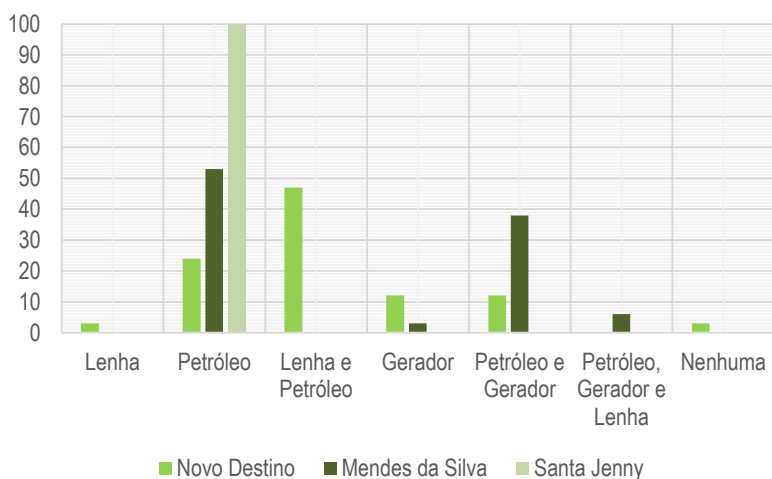


jovem ou adulta. A confeção dos alimentos é realizada geralmente no exterior, para todos os casos. Em termos de condições de saneamento, Santa Jenny demonstrou possuir o maior défice de qualidade, com toda a população a praticar defecação a céu aberto; infelizmente, nem esta, nem nenhuma das comunidades, aceitou utilizar o biogás gerado a partir de dejetos humanos para cozinhar (o que era uma medida particularmente importante em SJ). As famílias realizam 2 ou 3 refeições diárias, sendo que se sabe também que as famílias que realizam 3 são fundamentalmente as que possuem crianças. Embora parte dos resíduos resultantes desta atividade sejam encaminhados para a alimentação de animais, uma fração significativa é ainda encaminhada para a floresta, em particular em Novo Destino.

Como esperado, a maior parte dos agregados familiares desenvolvem atividade agrícola. A deposição dos resíduos daí resultantes é particularmente preocupante em Mendes da Silva onde a maior parte é enviada para a floresta. Em todas as comunidades existe um número considerável de animais, criados maioritariamente em regime fechado, resultando numa grande acumulação local de resíduos, que não são sujeitos a encaminhamento devido e que oferecem um grande potencial para produção de biogás.

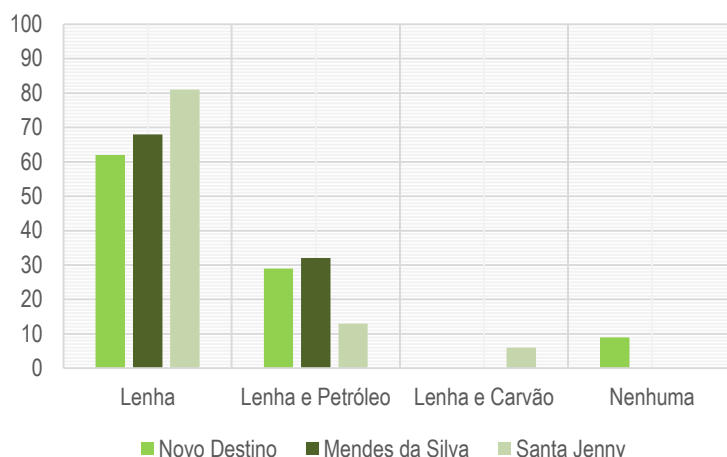
Realça-se que a captação apresentada corresponde, assume-se, aos resíduos não utilizados pelas famílias, em particular na alimentação animal. Assim, a título de exemplo, no caso da comunidade Santa Jenny a quantidade apresentada é 50% dos resíduos produzidos (exclui-se a alimentação animal).

A Figura 6.3 apresenta os resultados obtidos para cada comunidade em termos de utilização de energia para uso geral.



**Figura 6. 3 – Fontes energéticas (%) utilizadas para uso geral.**

Relativamente às fontes energéticas utilizadas para uso geral, o petróleo aparenta ser a fonte de principal interesse, principalmente em Santa Jenny e Mendes da Silva, onde representa respetivamente, 100% e 53% (em exclusivo, e 44% em conjunto com gerador e/ou lenha) das fontes energéticas utilizadas com este intuito. Em Novo Destino a combinação do petróleo e lenha é a mais relevante (47%). Todavia, o interesse do projeto neste momento recai sob a energia utilizada para confeção de alimentos, pelo que a Figura 6.4 apresenta as fontes energéticas utilizadas para esse fim.



**Figura 6. 4 – Fontes energéticas (%) utilizadas para a confeção de alimentos.**

Na confeção de alimentos a lenha tem claramente um lugar de destaque – é utilizada exclusivamente para cozinhar por 68% das famílias em Mendes da Silva, 62% em Novo Destino e 81% em Santa Jenny; a percentagem que representa outras alternativas utilizadas inclui também a lenha, em todos os casos. A maior parte da população, em todas as comunidades de facto recorre a este material para cozinhar. Quem não a utiliza exclusivamente, ou a combina com petróleo, ou com carvão, ou não cozinha em casa; ou seja, todas as pessoas que cozinham utilizam lenha, em maior ou menor quantidade. Tal aplica-se com particular expressão em Santa Jenny, que se encontra na zona tampão do Parque Natural do Obô. Mendes da Silva e Novo Destino encontram-se na proximidade desta. O facto de obterem a sua lenha a partir da floresta representa um risco acrescido na perspetiva da conservação deste sumidouro de carbono.

#### **6.4 ANÁLISE QUALITATIVA DA VIABILIDADE DO PROJETO**

Foi possível aferir que a lenha é utilizada fundamentalmente para cozinhar, pelo que, apesar de não se ter previsto uma intervenção ao nível dos combustíveis de uso geral, onde apresentam grande expressão os combustíveis fósseis, e cujos efeitos poderiam permitir uma redução de emissões significativas a este nível, torna-se evidente que, no que se refere à confeção de alimentos, poderá vir a verificar-se uma redução significativa da emissão de GEE.

A visita às comunidades permitiu ainda confirmar que os rendimentos nestas é fortemente dependente do setor primário. A densidade populacional é baixa e estas encontram-se distanciadas de percursos de tráfego rodoviário, uma desvantagem em termos de acesso que, todavia, se reflete numa vantagem em termos da qualidade do ar que é deteriorada apenas, essencialmente pela queima da biomassa lenhosa e de combustíveis fósseis. Esta fraca qualidade é localizada, e afeta em particular as mulheres, que desempenham a tarefa de confeccionar os alimentos. Portanto, é de esperar que a aplicação do projeto tenha um impacto positivo na qualidade do ar e na saúde respiratória da população, em particular do género feminino. Já as crianças, que em todas as comunidades participam na recolha de

lenha (ainda que as mulheres sejam as que mais frequentemente acompanham a realização desta tarefa) têm a sua frequência escolar a tempo inteiro comprometida.

Como esperado, a maior percentagem dos resíduos é orgânica, não é sujeita a tratamento e é depositada na envolvente florestal indiscriminadamente. Não existe ligação à rede energética nem à de abastecimento de água pública, sendo a água obtida a partir de nascentes, sujeitas à contaminação que poderá dever-se à inapropriada deposição de resíduos.

A população recorre ao petróleo em particular no período de temperaturas inferiores e de maior precipitação. Esta aquisição tem um peso elevado no rendimento dos agregados familiares; de acordo com o declarado por alguns membros das comunidades, em média um litro de petróleo ronda os 12 000 e 20 000 STD (0,49 a 0,82 €, o que corresponde a 0,54 \$ a 0,90 \$) e é o suficiente apenas para uma refeição. Embora estes valores possam parecer baixos num país desenvolvido, relembra-se, que em STP uma boa parte da população vive em situação de pobreza, ou até, abaixo do limiar de pobreza, ou seja abaixo do limite estipulado de 1 dólar por dia.

Assim sendo, augura-se que a desflorestação, a ausência de fornecimento energético e a deposição inadequada de resíduos sólidos e efluentes orgânicos são problemáticas reais que podem ser solucionadas pela aplicação do projeto, caso as comunidades estejam dispostas a tal, uma vez que, se não se der a contribuição de toda a população, a produção de biogás poderá tornar-se inviável. Infelizmente, as populações recusaram-se a utilizar resíduos e efluentes de origem humana para produzir biogás a ser utilizado para confeção de alimentos, devido a condicionantes ideológicas (não agradou às populações utilizar os seus próprios dejetos para produzir o gás com que cozinhariam), o que representa uma grande perda do potencial de biogás que poderia vir a ser produzido.

No clima prevê-se impactes positivos, como a redução de emissões de GEE e conservação do sumidouro de carbono florestal, com consequente incremento da humidade atmosférica e do ensombramento do solo. Perante todas estas informações, pode afirmar-se que a viabilidade do projeto foi comprovada com a visita às comunidades. A sua concretização trará vantagens a nível social e económico, além de ambiental. É sobre a última que se debruçará a análise que se segue na Secção 7.

## **6.5 CARATERÍSTICAS DOS BIODIGESTORES INSTALADOS**

Comprovada a viabilidade do projeto-piloto e obtidos os dados que permitem a sua implementação, a equipa procedeu à seleção do tipo e número de digestores a instalar. O tipo de digestores foi selecionado após a análise das especificações dos modelos que se enquadram neste tipo de projeto e dos dados obtidos nas visitas às comunidades. Além disso, também teve em conta que, preferencialmente, a sua instalação deve ser simples, sendo apenas necessário realizar a escavação do solo, pois serão instalados com a colaboração da comunidade (DGA&Ecovisão, 2015).

Os digestores pré-fabricados selecionados correspondem aos da marca AGAMA BiogasPro. As suas dimensões e número variam conforme a comunidade em causa, e a gama de temperaturas de

operação localiza-se entre 10 a 40 °C, o que permite reduzir cerca de 50 a 98% da carga orgânica da alimentação. A produção de biogás depende da quantidade, qualidade e ainda dos diferentes tipos de substrato, sendo que a temperatura a que se desenrola (que não será controlada por sistemas de aquecimento), depende da meteorologia local a cada momento, assim como do próprio processo anaeróbio de decomposição da matéria orgânica, entre outros fatores (AGAMA, 2011).

Os agregados familiares que estão a usufruir dos digestores foram selecionados numa fase prévia e específica do projeto, em sessões participativas realizadas entre abril e agosto de 2015. Todos os equipamentos foram fornecidos à comunidade de forma gratuita, estando o seu preço incluído no orçamento de investimento do projeto. Todavia o objetivo futuro consiste na utilização apenas de digestores construídos localmente (DGA&Ecovisão, 2015).

O projeto previa inicialmente a utilização de 5 digestores pré-fabricados. Após as visitas às comunidades e análise das condições sociais, ambientais e económicas locais, este número foi reduzido para 4, pois concluiu-se que seria vantajoso construir uma unidade localmente aumentando a envolvimento das comunidades no projeto, esclarecendo conceitos e obtendo já alguma experiência a reportar futuramente, como referência. Para além dos digestores, procedeu-se igualmente à instalação de uma rede de gás (DGA&Ecovisão, 2015).

Em *Mendes da Silva* registou-se a maior produção de resíduos, e o trabalho de campo permitiu visualizar a elevada motivação que a população tem no sentido da produção de biogás, ilustrada pela recolha de resíduos que se encontravam na envolvente para as pesagens, que ficou praticamente limpa. Uma vez que esta comunidade demonstrou ser a que mais potencial possuía, devido a essa motivação e à produção *per capita*, foi decidido que seria instalado nesta o digestor construído localmente. O digestor é de cúpula fixa de fibra de vidro, proveniente da empresa AGAMA BiogasPro (Figura 6.5). O tanque de armazenamento de resíduos é constituído por paredes de tijolo e argamassa e pode acomodar 220 kg resíduos/dia (DGA&Ecovisão, 2015; AGAMA, 2011). Em *Mendes da Silva*, serão beneficiadas 7 famílias (30 pessoas) por uma produção de biogás diária prevista de 11 m<sup>3</sup>. As estimativas de produção foram realizadas com base no potencial de produção de biogás de cada tipologia de resíduo indicados por Teodorita El Seadi (Teodorita El Seadi, 2008) e na sua composição média, sendo que os cálculos podem ser consultados no Anexo C.



**Figura 6. 5 – Digestor construído localmente com cúpula fixa de fibra de vidro da AGAMA BiogasPro, antes de ser enterrado (foto retirada no local pela equipa).**

Em *Santa Jenny* e *Novo Destino*, optou-se pela instalação dos digestores pré-construídos de cúpula fixa da marca supramencionada, de capacidade 6000 L e um volume para digestão de 4050 L (Figura 6.6).



**Figura 6. 6 – Digestor de cúpula fixa da marca AGAMA BiogasPro (AGAMA, 2011).**

Em *Novo Destino* serão instalados três digestores, como consequência da exclusão de Dona Augusta e da tentativa de beneficiar o máximo da população. Uma das unidades necessita diariamente de 20 kg de substrato para correto funcionamento e gerará aproximadamente 1,1 m<sup>3</sup> de biogás nesse período (Anexo C). Será instalada isoladamente, enquanto as restantes duas unidades serão instaladas em conjunto e possuem uma necessidade diária de 60 kg de substrato podendo produzir cerca 3,4 m<sup>3</sup>/dia (Anexo C). Serão beneficiadas 36 pessoas de 7 agregados familiares distintos.

Em *Santa Jenny* instalar-se-á também uma câmara para a alimentação de resíduos e uma para recolha de digerido. Considerando que diariamente se introduzirá 94 kg de substrato, prevê-se uma produção de 5,1 m<sup>3</sup> diários que serão utilizados por 10 pessoas de 4 agregados familiares (Anexo C). Como esta produção é superior ao volume disponível, instalou-se também uma câmara para armazenamento do biogás (DGA&Ecovisão, 2015; AGAMA, 2011).

A Tabela 6.2 apresentam-se resumidamente as soluções selecionadas.

**Tabela 6. 2 – Soluções selecionadas por comunidade, para produção de biogás**

Comunidade	Fabrico	Unidades	Capacidade de processamento (kg/dia)	Biogás gerado (m <sup>3</sup> /dia)
Mendes da Silva	Local	1	220	11
Santa Jenny	Pré-fabricado	1	94	5,1
Novo Destino	Pré-fabricado	1+2	20+60	1,1+3,4



## **7. ANÁLISE DO IMPACTE DO PROJETO-PILOTO NA ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS EM SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE**

Proceder-se-á seguidamente à determinação do impacte do projeto a nível da adaptação às alterações climáticas e, em particular, na mitigação da emissão de GEE.

### **7.1 METODOLOGIA UTILIZADA PARA DETERMINAÇÃO DAS EMISSÕES DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA**

Para determinação das emissões pré e pós-implementação do projeto, recorreu-se, com as devidas adaptações que serão explicitadas, à metodologia do IPCC para construção dos inventários nacionais de gases com efeito de estufa, seguindo, tanto quanto possível, as suas boas práticas descritas ao longo dos diferentes capítulos das suas *Guidelines* para determinação dos inventários nacionais, de 2006. As equações mais relevantes utilizadas podem ser consultadas no Anexo C.

O primeiro passo para quantificar as emissões em causa consiste na identificação das categorias e da metodologia mais adequada perante os dados e a sua qualidade. Diferentes metodologias podem ser adotadas para avaliação de diferentes categorias. O IPCC define três diferentes níveis de metodologias, ou *Tiers*, crescentes em termos de complexidade e potencial de exatidão. Para a maior parte dos casos sugere-se por este motivo a utilização dos níveis mais altos, 2 e 3, para as categorias-chave, ou seja, aquelas que mais significativamente contribuem para o total do inventário. Mas tal pode ser inviável, pois, quanto maior o nível, mais rigorosa é a metodologia sendo necessária uma, maior quantidade e qualidade de dados; assim, a utilização de níveis mais elevados pode por isto ser barrada devido a limitações em termos de dados disponíveis. Realça-se que se considera como boa prática a utilização das árvores de decisão para determinar a metodologia ideal em cada contexto (IPCC, 2006a).

Os dados disponíveis são, neste caso, limitados, não sendo possível durante apenas o desenvolvimento da presente dissertação obter dados mais detalhados. Assim, esta limitação levou à identificação de categorias-chave não de forma quantitativa, mas qualitativa, tal como definido pelo IPCC. Desta resulta a identificação dos seguintes setores, por contribuírem significativamente para a variação das emissões de GEE no âmbito do projeto: Energia, nomeadamente utilização de biogás, combustíveis fósseis e lenha; Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo (AFOUS), pelo aumento da captura de CO<sub>2</sub> por recuperação de cobertura florestal; Resíduos, por afetar a gestão dos resíduos sólidos indiscriminadamente depositados. As categorias-chave selecionadas apresentam-se na Tabela 7.1.

**Tabela 7. 1 – Categorias-chave a analisar segundo o método qualitativo**

Setor	Categoria	Descrição	GEE	Considerações
<b>Energia</b>	1A4	Atividades de Combustão de Combustíveis – Outros Setores	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Principais combustíveis: Petróleo, Madeira
<b>AFOUS</b>	3A2	Gestão de Estrume	CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	Animais: vacas, cabras, patos, porcos e galinhas
	3B1a	Área Florestal – Área Florestal Remanescente	CO <sub>2</sub>	Sumidouros significativos: Biomassa florestal
<b>Resíduos</b>	4A2	Locais de Deposição de resíduos não geridos	CH <sub>4</sub>	N/A

N/A – Não aplicável

Apesar da identificação destas categorias, os dados disponíveis e o facto do presente trabalho não constituir uma determinação de inventário nacional mas apenas uma quantificação para avaliação do impacto de um projeto-piloto, a desenvolver no espaço de tempo limitado à realização de uma dissertação de mestrado, as emissões de GEE para todos os setores serão neste caso quantificadas segundo a metodologia de nível 1 sendo inviável utilizar níveis superiores, mesmo no caso das categorias-chave. Esta metodologia corresponde também à utilizada por STP para determinação dos inventários nacionais, pelo que apesar das limitações em termos de dados implicarem a seleção deste nível metodológico, mesmo sem as limitações este seria o selecionado para permitir comparações mais adequadas entre inventários. Para seleção das metodologias em ambos os casos (para eleição das categorias-chave e do nível adequado) recorreu-se às árvores de decisão do IPCC.

Recomenda-se, em fases futuras do projeto, recorrer à identificação previamente apresentada, *mutatis mutandis*, para obtenção de dados mais precisos, alcançando assim inventários com menores incertezas associadas resultantes da utilização de níveis mais elevados. Também pelos motivos referidos não se apresenta um sistema de verificação de controlo e análise de qualidade, mas, a sua realização, de aplicação prioritária às categorias-chave, é recomendada em trabalhos futuros.

### **7.3 QUANTIFICAÇÃO DOS GASES COM EFEITO DE ESTUFA EMITIDOS PRÉ-IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO**

Segundo o IPCC, as emissões e remoções de GEE devem ser expressas em unidades mássicas. Geralmente, são expressas em giga gramas (Gg), mas podem ser utilizadas outras unidades mássicas para aumentar a transparência. Dada a magnitude deste projeto-piloto optou-se por utilizar a unidade Mg. Relativamente ao número de algarismos significativos, o IPCC define a precisão para cada gás como 0,1% do inventário nacional total. Em sequência, e uma vez que se trata de um projeto menor, estimou-se a ordem de grandeza das emissões de GEE esperadas para estas comunidades tendo por base a população nacional (que corresponde a 0,24% da população em 2005) e a resultante emissão de



GEE (ponto 4.3.4), e a precisão foi definida tendo por base este valor (IPCC, 2006a). Tal resulta numa utilização de 3 casas decimais, a última por arredondamento, pelo que por precaução consideraram-se apenas 2.

No que se refere às incertezas associadas aos diferentes inventários da secção 7.3 e 7.4, a sua determinação resultou da aplicação parcial da metodologia de Aproximação 1 (*Approach 1*), tendo por base todas as incertezas conhecidas ou, quando desconhecidas, tidas como padrão pelo IPCC. Devido às condicionantes desta metodologia, a incerteza apresenta-se somente para o inventário total, que inclui todos os setores. A sua contabilização numérica pode ser analisada com um maior nível de detalhe no Anexo C.

### 7.3.1 PRESSUPOSTOS

Neste momento importa lembrar que devido à abrangência do projeto e quantidade de resíduos a recolher, o biogás gerado pela digestão anaeróbia será utilizado somente na confeção de refeições. Para determinação do impacto do projeto analisar-se-ão assim os GEE resultantes apenas da utilização de combustíveis para este efeito. A listagem seguinte apresenta todos os pressupostos aplicados ao longo do desenvolvimento dos cálculos; ressalva-se que apenas se procedeu à determinação dos GEE para os setores e subsetores nos quais efetivamente o projeto-piloto terá influência<sup>c)</sup>.

Realçadas a itálico encontram-se todas as expressões na língua original, em conjunto com a sua tradução, para efeitos de mais fácil identificação e compreensão no guia original. Os pressupostos que se encontram a sublinhado são resultantes da metodologia utilizada e não de opções tomadas ao longo do desenvolvimento do presente documento. Os pressupostos a apresentar são os fundamentais, sendo que posteriormente nos resultados de cada um dos setores estudados se particularizam questões associadas à metodologia adotada. Relativamente ao setor de Energia, considerou-se os pressupostos que se apresentam nas Tabelas 7.2 e 7.3.

**Tabela 7.2 – Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Energia**

<b>Combustíveis Fósseis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos os agregados familiares utilizarão aproximadamente 1L de petróleo (querosene) por refeição sendo este o valor indicado por alguns deles (DGA&amp;Ecovisão, 2015);</li> <li>• O petróleo utilizado nestas comunidades apresenta o volume específico de <math>1,2 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{kg}</math> (querosene) (Engineering Toolbox, 2016);</li> <li>• Os combustíveis fósseis são utilizados como combustível complementar essencialmente na época húmida (FAO, 1997); portanto, na época seca, correspondente aos meses de junho a setembro (122 dias/ano) considerou-se que o único combustível utilizado era a lenha, e que</li> </ul>
-----------------------------	---

c) Exclusões por consequência: mudanças de stock de carbono na matéria orgânica não viva e nos solos; GEE de outros usos do solo que não os florestais; alteração de *stocks* de carbono por ganhos na biomassa florestal ou perda por incêndios; GEE resultantes da fermentação entérica.

**Tabela 7. 3 – Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Energia (continuação)**

<b>Combustíveis Fósseis</b>	<p>na época húmida (outubro a maio, 243 dias/ano) se utiliza a mesma quantidade de lenha que na seca, acrescida da quantidade de petróleo utilizada por refeição relatada pelas comunidades;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>As emissões fugitivas não foram contabilizadas, pois aos fatores de emissão da metodologia de nível 1 encontra-se associada uma elevada incerteza, que se refletirá nos resultados de forma tanto maior quanto menores as emissões em causa; adicionalmente, o IPPC promove a utilização destes fatores de emissão para agregações de maior dimensão – “(...) <i>While some of these emission sources are engineered or intentional (...) and therefore relatively well characterised, the quantity and composition of the emissions is generally subject to significant uncertainty. (...) Throughout this chapter, an effort is made to state the precise type of fugitive emission source being discussed, and to only use the term fugitive emissions or fugitive emission sources when discussing these emissions or sources at a higher, more aggregated, level.</i>” (IPCC, 2006h).</li> </ul>
<b>Biogás</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A densidade do biogás será de cerca 0,86 (FAO, 1992) relativamente a uma massa volúmica do ar de 1,184 kg/m<sup>3</sup> (Engineering Toolbox, 2016).</li> </ul>
<b>Combustão</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A tecnologia de combustão pré-implementação do projeto não possui controlo de emissões;</li> <li><u>Ocorre a combustão completa<sup>d)</sup> dos combustíveis, por consequência da utilização da metodologia de nível 1</u> (IPCC, 2006d) .</li> </ul>

d) Pese embora se saiba que as técnicas utilizadas pré-implementação do projeto são simples e, portanto, tal não decorrerá; este pressuposto resulta da falta de dados disponíveis e os valores resultantes estarão na realidade determinados por excesso.

Para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, consideraram-se os pressupostos que se apresentam na Tabela 7.4 e 7.5.

**Tabela 7. 4 - Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo**

<b>Estrume</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A deposição de estrume e resíduos agrícolas na floresta, ou junto a pocilgas, foi considerada, segundo a categorização do IPCC, como Armazenamento de Sólidos - <i>Solid Storage</i>; a utilização como meio fertilizante, Espalhamento Diário - <i>Daily Spread</i>; e no caso dos dejetos/resíduos não serem sujeitos a qualquer tratamento, que permanecem no Pasto - <i>Pasture/Range/Paddock</i> (IPCC, 2006e);</li> <li>O agregado familiar que declara enterrar o estrume, na realidade espalha-o pelo solo – por não ser uma atividade representativa, e não existir informação quanto ao facto de o depósito ser devidamente fechado, segundo o que se verificou no terreno;</li> <li>A deposição atmosférica de azoto volatilizado a partir dos solos fertilizados será muito inferior às emissões diretas e o cálculo tem a si associado uma fraca qualidade de dados; portanto isso não foi contabilizado;</li> <li>Os valores de produtividade foram recolhidos para as culturas mais comumente produzidas em cada comunidade (Anexo C); deu-se preferência aos dados mais recentes da FAO para a situação nacional, porém, no caso de estes não existirem utilizaram-se os valores de produtividade agrícola dos países na sua envolvente (Nigéria, Camarões, Guiné, Gabão) (FAOSTAT, 2014);</li> <li>O país tem uma área de 96 000 ha, dos quais 48 700 ha correspondem a áreas agrícolas (cerca de</li> </ul>
----------------	--

**Tabela 7. 5 – Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo (continuação)**

<b>Estrume</b>	<p>51% da área total) (FAOSTAT, 2011); assumindo uma relação direta, ou seja, que a mesma percentagem do terreno das comunidades em causa é terreno agrícola, conclui-se que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Santa Jenny possui uma área total de 30 015 m<sup>2</sup> (estimado com recurso ao <i>Google Maps</i>) e uma área agrícola de 15308 m<sup>2</sup>;</li> <li>- Novo Destino possui uma área total de 19 758 m<sup>2</sup> (estimado pelo <i>Google Maps</i>), e uma área agrícola de 10 077 m<sup>2</sup>;</li> <li>- Mendes da Silva possui uma área total de 11 945 m<sup>2</sup> (estimado pelo <i>Google Maps</i>), e uma área agrícola de 6 092 m<sup>2</sup>.</li> </ul> <p>Não existindo dados da contribuição relativa das culturas, considerou-se uma distribuição equitativa das culturas pela área destinada à agricultura e que a totalidade da área se encontra cultivada;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A fruta possui 1% em massa (base húmida) de substâncias azotadas, sabendo-se que em geral possui um valor igual ou inferior a este, segundo indicado pela FAO; devido à consideração de um cenário conservador e da ausência de informação detalhada quanto à composição da fruta local, considerou-se que o total em azoto é igual ao total em substâncias azotadas (FAO, 1995);</li> <li>• Os vegetais possuem 3,25% em massa (base húmida) de substâncias azotadas, sabendo-se que em geral, possuem entre 1 a 5,5%; pressupôs-se o mesmo que no ponto anterior; (FAO, 1995);</li> <li>• Para a fruta cerca de 20% das culturas constitui desperdício (FAO, 2012);</li> </ul>
<b>Animais</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O peso dos animais foi o fornecido nas tabelas padrão do IPCC, quando disponível; quando não disponível, procedeu-se à pesquisa das espécies presentes em STP e utilizou-se os pesos médios fornecidos pela FAO (<i>Food and Agriculture Organization</i>) para estas (Bonfim, 2002);</li> <li>• Os suínos e vacas são apenas para criação e consumo e não para venda e produção de leite (a uma escala significativa, pelo menos);</li> <li>• <u>As emissões de CO<sub>2</sub> não são determinadas para a criação de animais pois o IPCC assume que estas são aproximadamente nulas (compensadas pela fotossíntese das plantas) (IPCC, 2006e);</u></li> <li>• <u>O termo “estrume” inclui tanto os sólidos, como a urina (IPCC, 2006e).</u></li> </ul>
<b>Floresta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerou-se que a existência da área florestal relata a pelo menos o período de transição necessário para atingir novos níveis de carbono no solo, sendo por isso categorizada como Terreno Florestal Remanescente - <i>Forest Land Remaining Forest Land</i> – a reconversão da floresta iniciou-se após a independência de STP, em 1975, segundo Albuquerque (2009) (IPCC, 2006c);</li> <li>• A fração de carbono que permanece armazenada na madeira recolhida – <i>Harvested Wood Products</i> - é nula, pois a lenha para produção de energia – <i>fuelwood</i> – é recolhida e utilizada nos dias seguintes, e o carbono totalmente emitido, por consequência; além disso, a sua contribuição como sumidouro de carbono é muito baixa, insignificante perante qualquer categoria chave (IPCC, 2006b);</li> <li>• Apenas decorre a remoção de parte de árvores e não de árvores completas, e toda a lenha que é recolhida é utilizada;</li> <li>• A massa volúmica da madeira corresponde à média ponderada das 2 espécies principais presentes na Zona Tampão do Parque Natural do Obô de São Tomé, que para efeitos de lenha, se considerou serem: <i>Erythrina vogelli</i>, característica da floresta de sombra, e <i>Funtumia latifolia</i> da floresta secundária, pois a madeira proveniente de árvores de fruto utilizada para este fim será somente residual (Albuquerque, 2009; IPCC, 2006c);</li> <li>• A temperatura média aproximada para STP e todas as comunidades foi de 26°C, pois estas terão climas semelhantes (RDSTP, 2012a).</li> </ul>

Em último lugar, apresentam-se os pressupostos realizados para o setor de Resíduos na Tabela 7.6.

**Tabela 7. 6 - Pressupostos utilizados para os cálculos no setor de Resíduos**

<p><b>Resíduos Alimentares e Agrícolas</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No caso das famílias que não revelaram onde depositam os resíduos das refeições, considerou-se que o fariam na floresta;</li> <li>• A deposição de resíduos na floresta consiste num tipo de deposição em locais não controlados - <i>unmanaged dump sites</i>;</li> <li>• <i>Até que a decomposição passe de aeróbia a anaeróbia no local de deposição, decorrerá meio ano (6 meses de delay time)</i> (IPCC, 2006f);</li> <li>• Quando o AF declara que o encaminhamento dos resíduos se dá para a floresta e alimentação dos animais, a distribuição será aproximadamente equitativa (50% para a floresta, 50% para os animais);</li> <li>• As emissões resultantes da queima de resíduos agrícolas declarada por um dos AF não foram contabilizadas, por tal não constituir uma atividade representativa; por este motivo, os cálculos foram efetuados considerando que este AF, na verdade, também deposita os resíduos na floresta (atividade mais representativa);</li> <li>• A quantidade de resíduos alimentares que as populações recolhem nas campanhas de pesagens corresponde à quantidade que normalmente encaminhariam para a floresta, uma vez que, em princípio, a parte que se destina à alimentação dos animais continuará a seguir esta via. Ou seja, a capitação calculada é a capitação referente ao resíduo disponível para utilização como substrato no digestor e não o total produzido.</li> <li>• <u>A quantidade de carbono orgânico degradável perdida por lixiviação é em geral inferior a 1% do total e poderá ser desprezável para efeitos de cálculo;</u> no caso de STP considera-se que a perda será superior a 1% devido à elevada precipitação, ainda assim, esta quantidade será desprezada, pois em princípio não ultrapassará os 10% (IPCC, 2006f).</li> </ul>
--	---

### 7.3.2 SETOR DA ENERGIA

Em todas as comunidades verificou-se que, embora a lenha seja a fonte energética primordial para cozinhar, existe ainda algum recurso complementar a combustíveis fósseis, essencialmente na época húmida. Assim sendo, as emissões de GEE resultantes da combustão de combustíveis fósseis foram também quantificadas, em todos os casos, recorrendo aos fatores de emissão fornecidos pelo IPCC para a metodologia a aplicar.

Ressalva-se que, tal como já mencionado, a metodologia de nível 1 considera combustão completa, ou seja, um fator de oxidação 1 integrado no fator de emissão, o que não corresponde à realidade; assim, as emissões de GEE encontram-se estimadas por excesso relativamente à realidade. A ideia do presente trabalho é estabelecer cenários conservadores, que por consequência remeterão para valores por excesso, em vez de por defeito. Porém, no futuro, seria interessante verificar a diferença que

se obteria caso se utilizassem fatores de emissão regionais previamente definidos e uma metodologia de nível superior.

A Tabela 7.7 apresenta sumariamente as quantidades de combustíveis considerados para as diferentes comunidades.

**Tabela 7. 7 – Quantidades dos diferentes combustíveis utilizados por ano e por comunidade abrangida pelo projeto-piloto**

Comunidade	Combustível	Quantidade anual aproximada
Santa Jenny	Carvão (kg)	0 <sup>e)</sup>
	Petróleo (m <sup>3</sup> )	1,5
	Lenha (t)	48
Mendes da Silva	Carvão (kg)	0
	Petróleo (m <sup>3</sup> )	7,8
	Lenha (t)	138
Novo Destino	Carvão (kg)	0
	Petróleo (m <sup>3</sup> )	6,8
	Lenha (t)	108

e) Como referido nos pressupostos, um dos agregados familiares utiliza carvão porém, tal emissão não é representativa nem será em princípio alterada pela implementação do projeto pois o chefe da família é carvoeiro; assim, a quantidade utilizada não foi considerada.

Na Tabela 7.8 podem verificar-se os resultados obtidos em termos de emissão de GEE. Os valores reportados referem-se às emissões anuais (neste caso e em todos os setores). Em anexo (Anexo C), encontram-se todos os resultados, com maior detalhe, reportados de acordo com as tabelas-guia do IPCC, devidamente adaptadas, para garantir uma formatação de referência. Os dados de base para os cálculos encontram-se, também, nesse mesmo anexo (Anexo C).

Os valores de CO<sub>2</sub> referentes à combustão de biomassa da madeira encontram-se nesta secção apenas como algo informativo – *Information Items* – não contribuindo para as emissões deste setor (não se encontrando contabilizadas nos totais do setor), mas sim para as da secção seguinte (AFOUS). Assim, apresentam-se neste, porém, não contribuem neste setor, no final, para o total das emissões (Secção 7.3.5), para evitar duplas contabilizações.

Note-se que qualquer diferença entre os valores apresentados nas tabelas e finais deve-se a questões de arredondamento.

Tabela 7. 8 – Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia

		CO <sub>2</sub> (Mg)	CH <sub>4</sub> (Mg)	N <sub>2</sub> O (Mg)	CO <sub>2</sub> equivalente total (Mg)
<b>Mendes da Silva</b>	<i>Querosene</i>	21,06	0	0	37,42
	<i>Lenha</i> <sup>f)</sup>	241,20	0,65	0,01	
<b>NovoDestino</b>	<i>Querosene</i>	18,43	0	0	31,20
	<i>Lenha</i>	188,13	0,50	0,01	
<b>Santa Jenny</b>	<i>Querosene</i>	3,95	0	0	9,56
	<i>Lenha</i>	83,08	0,22	0	
<b>Total</b>		<b>43,44 <sup>g)</sup></b>	<b>1,38</b>	<b>0,02</b>	<b>78,18</b>

f) Os valores de CO<sub>2</sub> referentes à lenha são apenas informativos uma vez que as respetivas emissões são contabilizadas no setor da agricultura, floresta e outros usos do solo.

g) Contabilizam-se apenas as emissões de querosene.

Torna-se claro, pela análise da Tabela 7.8, que grande parte das emissões deste setor é emitida diretamente como CO<sub>2</sub>, o que é esperado dado que os valores se referem a emissões de GEE resultantes de combustão. A lenha é o combustível que contribui mais significativamente para as emissões de GEE destas comunidades, pelo que o alcance duma intervenção no sentido da redução da sua utilização espera-se que seja bastante significativa.

Segundo a Segunda Comunicação Nacional de São Tomé e Príncipe, de 2012, em 2005 a combustão de biomassa (carvão e lenha) resultou na emissão de 71,037 Gg de CO<sub>2</sub>. Nestas comunidades, apenas a combustão de lenha emite 0,51 Gg de CO<sub>2</sub> em um ano, cerca de 0,72% das emissões nacionais, para um número total de pessoas que totaliza 0,24% da população do país em 2005. Relativamente a outras emissões que não as resultantes da combustão de lenha, em 2005 teve-se a emissão de 5,67 Gg CO<sub>2</sub>, 0,211 Gg CH<sub>4</sub> e 0,003 Gg N<sub>2</sub>O, para as quais estas comunidades terão contribuído com, respetivamente, 0,77%, 0,65% e 0,01%. Note-se que as emissões resultantes da combustão de lenha são bastante elevadas tendo em conta a população das comunidades em causa, pelo facto desta ser o principal combustível utilizado e de forma pouco eficiente. Por outro lado, as emissões resultantes da utilização de querosene, nomeadamente as sob a forma de CO<sub>2</sub>, são também elevadas, considerando a percentagem de população a que se referem, possivelmente devido à combustão ser realizada sem qualquer controlo de emissões.

Na Figura 7.1, é visível que Mendes da Silva é a comunidade mais poluente, seguida de Novo Destino e por fim Santa Jenny.

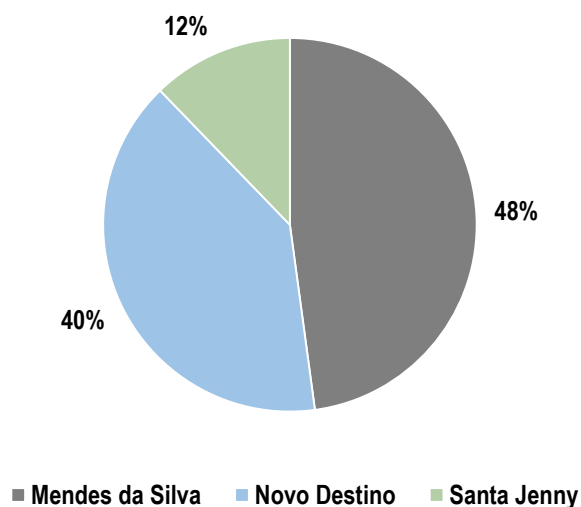


Figura 7. 1 – Contribuição de cada comunidade para o total de emissões do setor energético.

Embora Novo Destino e Mendes da Silva possuam o mesmo número de agregados familiares, e Novo Destino tenha maior população, foi Mendes da Silva que demonstrou ser mais poluente neste setor, devido à utilização de uma quantidade superior de combustíveis, tanto de lenha, como de querosene. Esta diferença deve-se ao facto de que, em Mendes da Silva, 32 dos 34 agregados efetuam 3 refeições por dia, em comparação com Novo Destino, onde apenas 24 dos 34 agregados realizam este número de refeições por dia.

### 7.3.3 SETOR DA AGRICULTURA, FLORESTA E OUTROS USOS DOS SOLOS

Neste setor contabilizaram-se as emissões de GEE associadas à recolha de lenha (para produção de energia, ou seja, *fuelwood*) – perda de cobertura florestal associada à atividade e hábitos de consumo de energia. O método envolve um balanço entre ganhos e perdas de floresta, porém, deste apenas se determinaram as perdas, uma vez que o interesse recai nas emissões de GEE associadas a esta atividade e não à sua captação.

Adicionalmente calcularam-se também as emissões de metano e óxido nitroso resultantes da gestão do estrume de origem animal, mas não as referentes à fermentação entérica. Realça-se, no entanto, que estas últimas são geralmente mais significativas do que as primeiras, porém, não serão alteradas pela implementação do projeto, como, aliás, já foi previamente explicitado.

Os fatores de emissão utilizados têm já integrados a percentagem de matéria que se degradará anaerobiamente. Salienta-se que a deposição destes resíduos na floresta (*Solid Storage*), e o armazenamento até aplicação (*Daily Spread*) correspondem a um tipo de gestão de estrume; enquanto que o não tratamento (*Pasture/Range/Paddock*), e a aplicação como fertilizante (*Daily Spread*) consistem em gestão de solos (IPCC, 2006e).

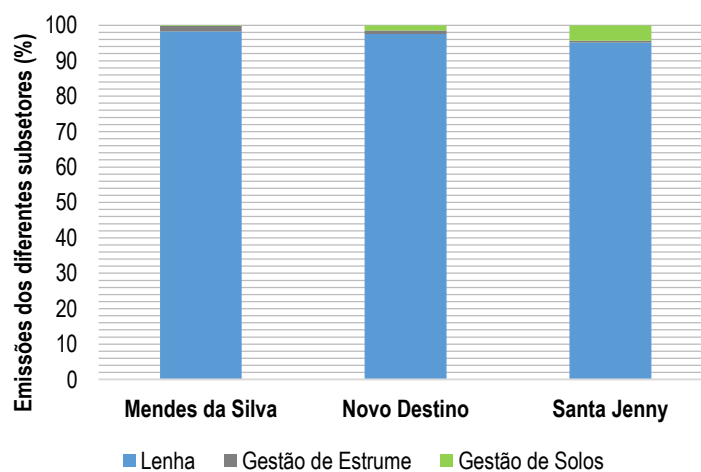
A Tabela 7.9 apresenta os resultados obtidos para este setor. À semelhança do setor energético, em anexo (Anexo C) encontram-se todos os resultados reportados com maior detalhe, assim como os dados de base utilizados.

**Tabela 7.9 – Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo**

			C (Mg)	CH <sub>4</sub> (Mg)	N <sub>2</sub> O (Mg)	CO <sub>2</sub> equivalente total (Mg)
Mendes da Silva	Lenha		67,65	-	-	248,03
	Gestão de Estrume		-	0,08	0,01	3,88
	Gestão de Solos	Estrume	-	-	0	0,37
		Agrícola	-	-	0	0,02
Novo Destino	Lenha		52,76	-	-	193,46
	Gestão de Estrume		-	0,05	0	1,96
	Gestão de Solos	Estrume	-	-	0,01	2,86
		Agrícola	-	-	0	0,09
Santa Jenny	Lenha		23,30	-	-	85,43
	Gestão de Estrume		-	0,01	0	0,50
	Gestão de Solos	Estrume	-	-	0,01	3,80
		Agrícola	-	-	0	0,07
Total			143,71	0,14	0,03	540,45

Torna-se claro, pela análise da Tabela 7.9, que grande parte das emissões deste setor se deve ao CO<sub>2</sub> da utilização de lenha como combustível, como explicitado previamente. As emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O resultam neste setor apenas da gestão de estrume e de solos, e são significativamente inferiores às resultantes da utilização de lenha.

A Figura 7.2 ilustra a relevância da remoção de partes de madeira para combustão, que, no que se refere ao setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, é a atividade mais significativa a nível das emissões de GEE.



**Figura 7.2 – Contribuição percentual dos diferentes subsectores para a totalidade das emissões da comunidade, setor de agricultura, florestas e outros usos do solo.**

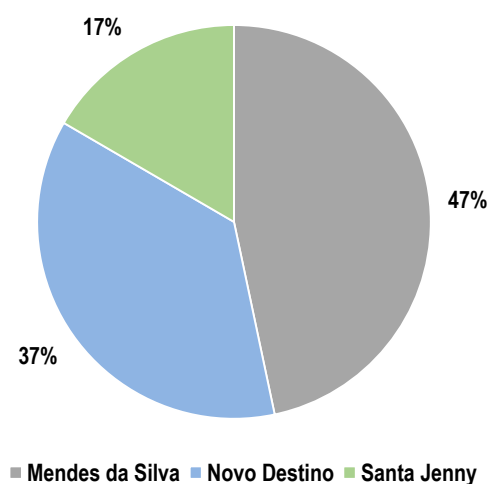


A seguir à utilização de lenha, a gestão de estrume constitui a atividade mais poluente em Mendes da Silva. Relembra-se, que esta inclui a deposição na floresta e o armazenamento antes do seu espalhamento pelo solo. De facto, a deposição destes resíduos na floresta constitui uma atividade preocupante, não só para a saúde pública, mas também nas emissões de GEE.

No caso de Novo Destino e Santa Jenny, a gestão de solos é a segunda atividade mais poluente. Esta diferença resulta dos hábitos das populações, em particular da de Mendes da Silva, que não têm por hábito utilizar os dejetos de origem animal como estrume/fertilizante. Em Santa Jenny, é mais comum a aplicação de estrume como fertilizante, o que resulta que a este nível, esta seja a que tem uma maior emissão.

A utilização dos dejetos de origem animal como fertilizante (espalhado diariamente) e a deposição natural de dejetos de origem animal no pasto consistem nos tipos de gestão de solos que mais contribuem para as emissões deste subsector. Assim, é absolutamente relevante uma alteração de hábitos, com o digerido a passar a ser o corretivo utilizado ao invés dos tradicionais fertilizantes, altamente poluentes.

A Figura 7.3 mostra que a comunidade mais poluente, no contexto deste setor, é a de Mendes da Silva, seguida de Novo Destino e por fim Santa Jenny.



**Figura 7.3 – Contribuição de cada comunidade para o total de emissões do setor de agricultura, floresta e outros usos do solo.**

Devido à desflorestação acrescida, como justificado na secção 7.3.2., dado ser este subsector o que mais contribui para a totalidade das emissões do setor, Mendes da Silva é, novamente, a comunidade mais poluente.

Segundo a Segunda Comunicação Nacional de STP, de 2012, em 2005 as emissões associadas à agricultura e usos do solo, excluindo a fermentação entérica animal, resultaram num total de 0,49 Gg de CH<sub>4</sub> e 0,001 Gg de N<sub>2</sub>O. Para este total, estas comunidades, contribuíram, respetivamente, com 0,03% e 3,00%. As comunidades em causa têm uma população que corresponde a cerca de 0,24% da total a nível nacional em 2005, pelo que, a sua contribuição a nível de emissões de N<sub>2</sub>O é relevante, em resultado do controlo inadequado dos resíduos gerados pelos animais.

### 7.3.4 SETOR DOS RESÍDUOS

Quatro tipos fundamentais de resíduos orgânicos são depositados indiscriminadamente: dejetos de origem humana; de origem animal (estrupe); resíduos alimentares; resíduos de agricultura.

Quanto ao estrupe, relembra-se a sua inclusão no setor da Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo, e não de Resíduos, embora este aparente ser parte integrante da deposição de resíduos em locais não geridos, tal como claramente definido pelo IPCC nas suas *Guidelines* (IPCC, 2006e). As populações não aceitaram utilizar os dejetos de origem humana no processo pelo que as emissões deles resultantes não serão avaliadas. E, dado que as culturas cumprem os requisitos para a área se considerar florestal, o carbono proveniente da degradação de resíduos de agricultura depositados na floresta é considerado de origem biogénica e não é contabilizado neste setor.

Desta forma, neste setor considerar-se-ão somente os resíduos resultantes da confeção de refeições e alimentação (*Food Waste*). Os cálculos foram efetuados recorrendo ao modelo Excel do método de Decaimento de Primeira Ordem, versão para nível 1, e os resultados encontram-se na Tabela 7.10. No Anexo C podem analisar-se em pormenor os dados utilizados e os cálculos efetuados.

Tabela 7. 10 - Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Resíduos

	CH <sub>4</sub> (Mg)	CO <sub>2</sub> equivalente total (Mg)
Mendes da Silva	0,33	6,98
Novo Destino	0,15	3,23
Santa Jenny	0,17	3,50
Total	0,65	13,72

A Figura 7.4 ilustra uma ligeira mudança de paradigma relativamente aos setores anteriores. Mendes da Silva possui a maior capitação e, sendo que metade da quantidade gerada é alimentar, esta é, também, a que mais envia resíduos para a floresta (assumindo que tudo o que foi recolhido na campanha de pesagens constitui a quantidade que seria, caso contrário, depositada neste local, como referido nos pressupostos). Santa Jenny, que possui uma capitação superior a Novo Destino, é assim a segunda comunidade que mais contribui para o total das emissões deste setor, e Novo Destino é neste caso a menos poluente.

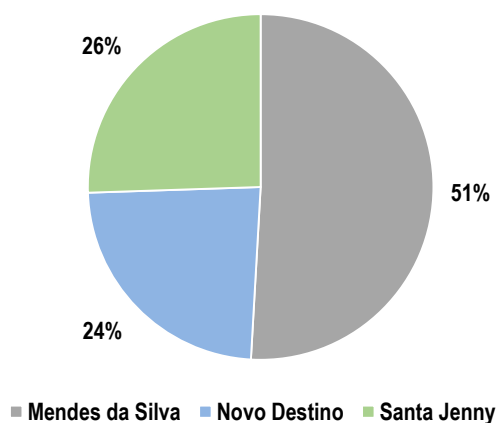


Figura 7. 4 – Contribuição de cada comunidade para o total de emissões do setor de resíduos.

Segundo a Segunda Comunicação Nacional de STP de 2012, em 2005 as emissões associadas ao setor dos resíduos, excluindo dejetos de origem humana e águas residuais, resultou em 0,17Gg de CH<sub>4</sub>, para as quais estas comunidades contribuíram com aproximadamente 0,38%, um valor bastante elevado considerando a fração de população nacional a que se refere, e que reflete claramente o resultado da inexistência de acesso a sistemas de recolha de resíduos sólidos nestas comunidades.

### 7.3.5. INVENTÁRIO TOTAL DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA

Segue-se uma análise sobre qual setor, subsetor e comunidade mais contribuem para a emissão global de GEE, assim como, à contabilização das emissões totais destas comunidades e a sua comparação face às emissões totais do país. A Tabela 7.11 sumaria todas as emissões por setor e subsetor.

Tabela 7. 11 – Inventário de emissões de GEE total, pré-implementação do projeto-piloto

CO <sub>2</sub> equivalente (Mg)	
Energia	
Mendes da Silva	37,42
Novo Destino	31,20
Santa Jenny	9,56
<b>Total do setor</b>	<b>78,18</b>
Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo	
Mendes da Silva	252,30
Novo Destino	198,36
Santa Jenny	89,80
<b>Total do setor</b>	<b>540,45</b>
Resíduos	
Mendes da Silva	6,98
Novo Destino	3,23
Santa Jenny	3,50
<b>Total do setor</b>	<b>13,72</b>
<b>Total</b>	<b>632,35 ± 235,06</b>

Da sua análise não restam dúvidas que o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo é o setor que, como esperado, mais contribui para as emissões de GEE. No total, a subsistência das comunidades, da forma que tem vindo a ser enunciada, resulta na emissão de aproximadamente 540,45 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente anuais, estimativa com uma incerteza percentual de 39% resultante das elevadas incertezas que se encontram associadas aos fatores de emissão do IPCC.

Estas atividades corresponderam a 25,28 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente a nível nacional, segundo os valores que foram enunciados nas secções 7.3.2 a 7.3.4, inclusive. Ou seja: as comunidades de Santa Jenny, Novo Destino e Mendes da Silva, que representam cerca de 0,24% da população nacional em

2005, contribuíram para cerca de 2,14% das emissões nacionais destes setores, sendo a última comunidade a que apresentou maior contribuição. Os resultados mostram o quanto um estilo de vida de subsistência pode ser prejudicial não só para as pessoas em causa, mas também para o meio ambiente.

#### **7.4 QUANTIFICAÇÃO DA REDUÇÃO DE EMISSÃO DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO-PILOTO**

Como visto até ao momento, pode-se estimar, dentro de certos limites, o impacto que a implementação de um projeto deste tipo pode ter em termos de redução de emissões de GEE.

Com o intuito de estimar as emissões de GEE no cenário pré-implementação do projeto, recorreu-se a um cenário conservador. Por outro lado, para determinar o cenário pós-implementação do projeto, irá assumir-se o cenário ideal, até para que seja possível ter noção do impacto máximo que o projeto pode ter. Todavia, não se pode deixar de ter consciência de que, devido às condições reais, particularmente devido à imprevisibilidade associada ao comportamento das populações, bem como a outras incertezas, que este cenário ideal não será o que existirá nesta parte inicial de execução do projeto; porém, com dedicação, tempo e colaboração, a aproximação ao cenário ideal será mais provável. Listam-se, de seguida, os pressupostos, que, em adição aos mencionados na secção 7.3.1, permitem caracterizar este cenário.

##### **7.4.1 PRESSUPOSTOS**

- Os combustíveis fósseis e lenha utilizados para cozinhar serão substituídos a 100% por biogás;
- As populações depositarão a totalidade dos resíduos que se comprometeram a recolher no digestor, com a frequência acordada;
- Os fertilizantes utilizados para gestão dos solos serão completamente substituídos pelo digerido; note-se que tal implica também pressupor que este será produzido em quantidade adequada e que possui o grau de higienização adequado para tal;
- O digerido possui aproximadamente a mesma quantidade de azoto que o substrato do qual resultou;
- O estrume que será encaminhado para o digestor é proveniente do que seria espalhado como fertilizante, primordialmente, e do que seria enviado para a floresta, uma vez que este constitui aquele que a população já recolhe habitualmente;
- A população, em geral, recolhe dejetos de suínos; quando a quantidade necessária para enviar para o digestor não é satisfeita apenas por esta recolha, considera-se que efetuarão a recolha dos de cabra para perfazer o valor necessário, pois, para além dos suínos, são estes animais que têm o fator de emissão de CH<sub>4</sub> mais elevado.

## 7.4.2 SETOR DA ENERGIA

Para este cenário pós-implementação do projeto-piloto, considerar-se-á o cenário ideal. Ou seja: a produção máxima de biogás, à qual corresponde a deposição máxima possível por parte das comunidades de resíduos no digestor (sendo o máximo considerado a quantidade que os agregados familiares demonstraram estar dispostos a recolher durante a campanha de pesagens). Após a implementação do projeto, as famílias que beneficiarão da produção de biogás utilizarão, a partir desse momento, somente esta fonte energética para cozinhar.

Desta forma, as emissões de GEE provenientes da utilização de outros combustíveis serão consideradas nulas para estas famílias, mas manter-se-ão para as restantes. Ou seja, nas famílias abrangidas pelo projeto não há consumo de lenha ou querosene, embora exista nas restantes famílias das comunidades estudadas. As emissões deste setor resultarão nas que se apresentam na Tabela 7.12. Os valores reportados referem-se, de igual forma, às emissões anuais, em todos os setores. Em Anexo (Anexo C), encontram-se todos os resultados, com maior detalhe, reportados de acordo com as tabelas-guia do IPCC, assim como os dados de base para os cálculos efetuados.

**Tabela 7. 12 – Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, pós-implementação do projeto**

		CO <sub>2</sub> (Mg)	CH <sub>4</sub> (Mg)	N <sub>2</sub> O (Mg)	CO <sub>2</sub> equivalente total (Mg)
<b>Mendes da Silva</b>	<i>Querosene</i>	17,77	0	0	31,36
	<i>Lenha</i>	199,96	0,54	0,01	
	<i>Biogás</i>	11,05	0	0	
<b>Novo Destino</b>	<i>Querosene</i>	14,48	0	0	24,23
	<i>Lenha</i>	143,49	0,38	0,01	
	<i>Biogás</i>	4,60	0	0	
<b>Santa Jenny</b>	<i>Querosene</i>	3,95	0	0	8,65
	<i>Lenha</i>	69,26	0,19	0	
	<i>Biogás</i>	5,22	0	0	
<b>Total</b>		<b>36,20</b>	<b>1,11</b>	<b>0,02</b>	<b>64,24</b>

Uma vez mais, se ressalva que os valores referentes à lenha se encontram neste setor apenas como informativos. Embora tenham sido apresentados neste setor, não contribuem para o total deste setor, mas sim do de AFOUS, para evitar duplas contabilizações. Na realidade, com a implementação do projeto-piloto, as emissões totais de GEE do setor energético diminuem em 18% (diminuição de 13,94 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente relativamente ao valor inicial, 78,18 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente).

### 7.4.3 SETOR DA AGRICULTURA, FLORESTA E OUTROS USOS DO SOLO

A nível florestal, prevê-se uma redução por completo da utilização de lenha por parte das famílias beneficiadas. A Tabela 7.13 apresenta as emissões de GEE resultantes, sem a contribuição destas, e dos dejetos recolhidos para envio para o digestor. À semelhança do setor energético, em anexo (Anexo C) encontram-se todos os resultados reportados com maior detalhe, assim como os dados de base utilizados.

**Tabela 7. 13 – Inventário de emissões de GEE por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, pós-implementação do projeto**

		C (Mg)	CH <sub>4</sub> (Mg)	N <sub>2</sub> O (Mg)	CO <sub>2</sub> equivalente total (Mg)	
Mendes da Silva	Lenha		56,08	-	-	205,62
	Gestão de Estrume		-	0,01	0	0,71
	Gestão de Solos	Estrume	-	-	0	0,37
		Agrícola	-	-	0	0,02
		Digerido	-	-	0,02	5,76
Novo Destino	Lenha		40,24	-	-	147,55
	Gestão de Estrume		-	0,05	0	2,02
	Gestão de Solos	Estrume	-	-	0,01	1,57
		Agrícola	-	-	0	0,09
		Digerido	-	-	0,01	1,78
Santa Jenny	Lenha		19,43	-	-	71,23
	Gestão de Estrume		-	0,01	0	0,51
	Gestão de Solos	Estrume	-	-	0,01	1,80
		Agrícola	-	-	0	0,07
		Digerido	-	-	0,01	2,23
Total		115,75	0,07	0,05	441,32	

Apenas com a implementação do projeto-piloto, neste setor, é possível reduzir as emissões num total de 99,13 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente – redução de cerca de 18% em relação aos 540,45 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente iniciais.

### 7.4.4 SETOR DOS RESÍDUOS

Neste setor considerar-se-ão também, somente os resíduos resultantes da confeção de refeições e alimentação (*Food Waste*). Como referido na secção 7.3.1, considerou-se que todos os resíduos alimentares serão recolhidos e enviados para o digestor (de todas as famílias da comunidade e não apenas as que beneficiarão do biogás), pelo que as emissões associadas a este setor são totalmente anuladas.

#### 7.4.5 INVENTÁRIO TOTAL DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA E SUA VARIAÇÃO COM A IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO-PILOTO

Perante todos os resultados obtidos é agora possível verificar qual o impacto do projeto no total das emissões de gases com efeito de estufa. O inventário de GEE, antes e depois da implementação do projeto-piloto, encontra-se discriminado na tabela 7.14.

Tabela 7. 14 – Inventário de emissões de GEE total, pré e pós-implementação do projeto-piloto

CO <sub>2</sub> equivalente (Mg)		
Energia		
	Antes da implementação	Depois da implementação
Mendes da Silva	37,42	31,36
Novo Destino	31,20	24,23
Santa Jenny	9,56	8,65
<b>Total do setor</b>	<b>78,18</b>	<b>64,24</b>
Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo		
Mendes da Silva	252,30	212,48
Novo Destino	198,36	153,00
Santa Jenny	89,80	75,84
<b>Total do setor</b>	<b>540,45</b>	<b>441,32</b>
Resíduos		
Mendes da Silva	6,98	0
Novo Destino	3,23	0
Santa Jenny	3,50	0
<b>Total do setor</b>	<b>13,72</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>632,35 ± 235,06</b>	<b>505,56 ± 189,54</b>

Afere-se, portanto, que o projeto efetivamente apresenta um impacto positivo nas emissões de gases com efeito de estufa dos setores influenciados, resultando da sua implementação, aquando o seu pleno funcionamento, uma redução estimada de 126,79 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente anuais, ou seja, de aproximadamente 20% do total de emissões anuais destas comunidades.

#### 7.5 REDUÇÃO DA DESFLORESTAÇÃO E DA EROÇÃO DOS SOLOS

Sendo um dos objetivos primordiais do projeto reduzir, também, a desflorestação, por forma a preservar este importante sumidouro de carbono, importa quantificar o quanto realmente esta diminui, bem como o seu impacto na erosão dos solos. A Tabela 7.15 apresenta os valores obtidos, tendo-se considerado as espécies de árvores previamente mencionadas na secção 7.3.1 para obtenção dos resultados. No Anexo C, os cálculos encontram-se explicitados mais pormenorizadamente para uma melhor compreensão.

**Tabela 7. 15 – Estimativa da redução da desflorestação e erosão dos solos anuais com a implementação do projeto-piloto**

	Lenha utilizada (m³/ano)		Área desflorestada (m²/ano)		Erosão do solo (t/ano)	
	<i>Antes</i>	<i>Depois</i>	<i>Antes</i>	<i>Depois</i>	<i>Antes</i>	<i>Depois</i>
<b>Mendes da Silva</b>	394	327	79	65	0,047	0,039
<b>Novo Destino</b>	308	235	62	47	0,036	0,029
<b>Santa Jenny</b>	136	113	37	31	0,022	0,019
<b>Total</b>	<b>838</b>	<b>675</b>	<b>178</b>	<b>143</b>	<b>0,105</b>	<b>0,087</b>

Com a implementação do projeto-piloto será possível evitar a desflorestação de uma área de 35 m²/ano e a erosão de 18 kg solo/ano. A maior redução verifica-se em Novo Destino, uma vez que é neste que se dá, também, a maior redução de quantidade de lenha utilizada.

## **7.6 MECANISMOS DE MONITORIZAÇÃO DA ADAPTAÇÃO ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

Como tem vindo a ser referido, STP é, tal como muito outros países em desenvolvimento, uma região que estará fortemente sujeita às alterações climáticas, situação agravada pelo facto de se tratar de um arquipélago. O projeto tem, assim, como objetivo fundamental capacitar a população no que toca a medidas de adaptação a estas alterações, por forma a aumentar a resiliência.

Existem várias formas de medir o grau de adaptação de uma população às alterações climáticas, embora não tão diretas quanto a contabilização da variação das emissões de GEE. A sua utilidade advém do facto de permitir medir, ainda que qualitativamente, o grau de resiliência do ponto de vista de quem se adapta – a população. Adicionalmente, estes indicadores permitem avaliar o impacto do projeto na população a nível socioeconómico, uma vertente fulcral do projeto, considerando o contexto em que se insere.

Pretendeu-se, então, recorrendo a alguns indicadores indiretos, previamente selecionados através da análise de estudos referentes à avaliação de projetos também com intuito de promover a adaptação às alterações climáticas, verificar o quanto o projeto trouxe esta vantagem. A metodologia de obtenção dos resultados para os indicadores 7.6.1 a 7.6.3 consistiu na realização de um questionário à população-alvo antes da implementação do projeto-piloto que pode ser consultado no Anexo B.

Infelizmente, no decorrer do trabalho da dissertação, não foi possível alcançar um patamar de estabilidade que permita determinar o cenário final para estes indicadores, pois nem todas as comunidades atingiram ainda uma produção de biogás estável e significativa. Todavia, os resultados iniciais apresentam-se seguidamente, com o intuito de, no futuro, poder seguir-se uma metodologia semelhante para determinar estes indicadores e poder compará-los.



### **7.6.1 DEPENDÊNCIA ENERGÉTICA DE LENHA**

O indicador “Dependência Energética de Lenha”, expresso em percentagem das famílias abrangidas pelo projeto-piloto que recolhe lenha, permite medir a variação da adaptação às alterações climáticas da população indiretamente pois, quanto menor a percentagem, maior a adaptação, no sentido de que menor quantidade de lenha é utilizada e desflorestação é provocada.

Os resultados iniciais remeteram para uma dependência energética de lenha de 100%.

### **7.6.2 TEMPO DESPENDIDO NA AQUISIÇÃO DE LENHA**

Este indicador, expresso em horas despendidas diariamente pelas famílias abrangidas pelo projeto-piloto, permite medir a variação da adaptação às alterações climáticas da população indiretamente pois, quanto menor o tempo despendido, menor será a recolha de lenha e consequentemente menores emissões de GEE e desflorestação são provocadas.

Os resultados iniciais relatam um tempo médio de 1 hora e 26 minutos por recolha.

### **7.6.3 FREQUÊNCIA ESCOLAR POR GÉNERO**

O indicador “Frequência Escolar por Género”, expresso em número das pessoas em idade escolar que frequentam um estabelecimento de ensino a tempo inteiro, com base nas famílias abrangidas pelo projeto-piloto, permite medir a variação da adaptação às alterações climáticas da população indiretamente, pois, como verificado, é comum que as crianças participem nas atividades de recolha de lenha. Quanto maior este indicador, maior a adaptação, no sentido de que a lenha estará a ser recolhida menos frequentemente.

Os resultados pré-implementação do projeto contabilizam 20 crianças que frequentam o estabelecimento escolar a tempo inteiro, dos quais 55% são raparigas e 45% rapazes.

### **7.6.4 AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DA VULNERABILIDADE ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

O indicador em causa é talvez o mais interessante, até porque de certa forma permite comparar diferentes projetos entre si, eficazmente. De nome original *Vulnerability Reduction Assessment* (Avaliação da Redução da Vulnerabilidade, ou VRA, foi criado pela UNDP (*United Nations Development Programme*) e tem como intuito compreender como as alterações climáticas irão afetar a vida das populações, e como se pode abordar esta problemática eficazmente, entendendo os obstáculos à adaptação, e quantificando-a em diferentes fases do projeto (UNDP, 2008).

A metodologia consiste na realização de um questionário à população-alvo em pelo menos três momentos de um projeto: antes da sua implementação, após a sua implementação, e na sua conclusão.

Neste questionário é avaliada a vulnerabilidade atual, os riscos climáticos futuros, as estratégias e barreiras à adaptação, e a continuidade do processo de adaptação. As questões são formuladas com base no projeto em causa, e a resposta é dada na forma numérica, por exemplo, de 1 a 5, com 1 representando “Muito Mau” e 5 “Muito Bom”. Adicionalmente, a população deve justificar a sua resposta, positiva ou negativa, e comentar o que poderia ser feito para que a pontuação fosse melhor. De seguida, faz-se a média de todas as respostas, na sua forma numérica. O valor resultante pode ser comparado entre as diferentes fases do projeto e representa, de uma forma simples, o grau de vulnerabilidade como a população o entende, que é indiretamente proporcional ao seu valor – quanto maior o resultado final, menos vulnerável a população se considera (UNDP, 2008). Assim, se a pontuação média for aumentando ao longo dos diferentes questionários realizados, pode-se aferir que o projeto eficazmente reduziu a vulnerabilidade às alterações climáticas da população.

As questões formuladas e os resultados na sua forma mais extensa podem ser consultados no Anexo B. A limitação temporal apenas permitiu realizá-las em dois dos três momentos: antes da implementação do projeto, e após a sua implementação (após a construção dos digestores e início da produção de biogás). Apenas os agregados familiares que usufruem do biogás nesta fase do projeto foram questionados. Os resultados obtidos apresentam-se de seguida, na Tabela 7.14.

**Tabela 7. 16 – Resultados obtidos nas duas fases de questionário para determinação do VRA**

Tema da Questão	Pontuação Média <sup>h)</sup>					
	MdS		ND		SJ	
	<i>Inicial</i>	<i>Final</i>	<i>Inicial</i>	<i>Final</i>	<i>Inicial</i>	<i>Final</i>
Vulnerabilidade Atual	1,0	1,5	1,0	1,4	1,0	2,0
Riscos Climáticos Futuros	1,0	1,5	1,0	1,4	1,0	2,0
Estratégias e Barreiras à Adaptação	1,0	1,5	1,0	1,4	1,0	2,0
Continuidade do Processo de Adaptação	3,3	4,0	3,4	3,9	3,0	4,0
<b>Média</b>	<b>1,6</b>	<b>2,1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,0</b>	<b>1,5</b>	<b>2,5</b>

h) 1 – Muito Mau; 2 – Mau; 3 – Indiferente; 4 – Bom; 5 – Muito Bom.

Embora não seja possível, neste momento, analisar o panorama final, ou seja, o efeito do projeto no seu pleno, nos dois momentos de questionário foi já possível verificar uma evolução positiva, em particular no que se refere à continuidade do processo de adaptação, o que reflete a confiança que a população tem no projeto – verificou-se uma aproximação da Vulnerabilidade de “Muito Mau” a “Mau”. Seria de facto muito interessante poder realizar um terceiro questionário, já depois dos agregados familiares abrangidos pela produção de biogás obterem independência relativamente à recolha de lenha.

## 8. IMPACTE POTENCIAL DO AUMENTO DE ESCALA DO PROJETO

Neste ponto proceder-se-á à avaliação do potencial de redução de emissão de GEE perante três cenários. O primeiro corresponde à situação em que a população aceitaria utilizar os dejetos de origem humana, para produção de biogás, através de ligações diretas às latrinas, que teriam que ser construídas onde não existentes. O segundo refere-se à extensão do projeto às restantes famílias das comunidades em causa. Por fim, o terceiro refere-se à aplicação desta tecnologia a todas as comunidades não abrangidas pela rede energética nacional.

### 8.1. CENÁRIO 1 – APROVEITAMENTO DE DEJETOS DE ORIGEM HUMANA

Devido a ideologias culturais, as populações não aceitaram utilizar os excrementos de origem humana para produzir biogás para cozinhar, o que resulta numa perda de potencial de geração de biogás e, ainda, na perda de possibilidade de diminuir mais as emissões de GEE provenientes destes resíduos, atualmente inapropriadamente geridos.

Estas potencialidades foram determinadas recorrendo à metodologia previamente referida do IPCC. A temática enquadra-se no setor de Resíduos. Verificaram-se duas situações: a prática de evacuação a céu aberto, nas florestas, que se considera integrar um tipo de Deposição de Resíduos Sólidos em Locais Não Controlados de resíduos semelhantes às lamas obtidas após o tratamento de Águas Residuais (*Solid Waste Disposal Sites – Unmanaged Dump Sites – Sewage Sludge*); e a utilização de Latrinas, sendo neste caso, as substâncias semelhantes às que se têm nas Águas Residuais (*Pit Latrines – Wastewater*). Estes resíduos e efluente/lama poderiam ser enviados para um digestor. Para este efeito, considerou-se que seria fornecida uma latrina a todas as habitações, por forma a melhorar as condições de saneamento, que se encontraria ligada aos digestores.

As águas residuais e respetivas lamas que se encontram depositadas subterraneamente nestas latrinas, onde com relativa facilidade se geram condições anaeróbias, são por consequência fonte de metano e N<sub>2</sub>O. As emissões de CO<sub>2</sub> são de origem biogénica e portanto não consideradas no total das emissões, na metodologia do IPCC. As emissões de N<sub>2</sub>O resultam geralmente, de emissões diretas nas estações de tratamento ou de emissões diretas após deposição em cursos de água, pelo que a metodologia do IPCC se refere apenas a esta situação. Não sendo aplicável ao contexto em causa, as emissões de N<sub>2</sub>O não foram determinadas (IPCC, 2006g).

Apresentam-se, na Tabela 8.1, as emissões resultantes de cada tipo de evacuação de dejetos de origem humana, para as três comunidades. Importa referir, que se considerou uma produção total diária *per capita* de urina e matéria fecal de 1,224 kg (Polprasert C., 2007).

**Tabela 8. 1 – Emissões anuais de metano e dióxido de carbono equivalente resultantes da deposição de dejetos de origem humana**

Comunidade	Evacuação na Floresta		Evacuação em Latrinas	
	CH <sub>4</sub> (Mg/ano)	CO <sub>2</sub> equivalente (Mg/ano)	CH <sub>4</sub> (Mg/ano)	CO <sub>2</sub> equivalente (Mg/ano)
<b>Mendes da Silva</b>	0	0,10	0,81	16,91
<b>Novo Destino</b>	0,02	0,33	0,82	17,15
<b>Santa Jenny</b>	0,06	1,36	0	0
<b>Total</b>	<b>0,09</b>	<b>1,79</b>	<b>1,63</b>	<b>34,06</b>

Perante esta estimativa apresenta-se o inventário total de emissões de GEE pré-implementação do projeto, na Tabela 8.2.

**Tabela 8. 2 – Inventário de emissões de GEE total, pré-implementação do projeto-piloto, considerando as emissões provenientes da gestão de dejetos de origem humana**

CO <sub>2</sub> equivalente (Mg)	
<b>Energia</b>	
<b>Mendes da Silva</b>	37,42
<b>Novo Destino</b>	31,20
<b>Santa Jenny</b>	9,56
<b>Total do setor</b>	<b>78,18</b>
<b>Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo</b>	
<b>Mendes da Silva</b>	252,30
<b>Novo Destino</b>	198,36
<b>Santa Jenny</b>	89,80
<b>Total do setor</b>	<b>540,45</b>
<b>Resíduos</b>	
<b>Mendes da Silva</b>	23,99
<b>Novo Destino</b>	20,68
<b>Santa Jenny</b>	4,86
<b>Total do setor</b>	<b>49,54</b>
<b>Total</b>	<b>668,17</b>

A inclusão destas emissões resulta num aumento de 5,7% em relação ao total inicial (tinha-se 632,35 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente sem considerar as emissões dos dejetos de origem humana), e representa com maior coerência o que acontece na realidade.

Interessa ainda, verificar quanto biogás pode ser gerado para cozinhar pela utilização destes dejetos, por forma a determinar o impacto de tal ação na redução das emissões de GEE. Segundo Buxton (Buxton, 2010a), por kg de dejetos de origem humana poderão gerar-se 0,028 m<sup>3</sup> de biogás. Considerando a produção diária previamente referida e a população por comunidade, obtêm-se os resultados apresentados na Tabela 8.3.

**Tabela 8. 3 – Produção potencial de biogás utilizando dejetos de origem humana e respetivo número de famílias que poderiam ser beneficiadas, por comunidade**

Comunidade	Produção diária de biogás (m <sup>3</sup> /dia)	Nº de famílias beneficiáveis (extra)
Mendes da Silva	5,0	3
Novo Destino	5,5	9
Santa Jenny	2,3	2

Se estas 14 famílias adicionais, aleatoriamente selecionadas, fossem beneficiadas, estima-se o inventário total de emissões de GEE pós-implementação do projeto que se apresenta na Tabela 8.4.

**Tabela 8. 4 – Inventário de emissões de GEE total, antes e depois da implementação do projeto-piloto, considerando as emissões provenientes da gestão de dejetos de origem humana e a produção de biogás para confeção de alimentos a partir dos mesmos**

CO <sub>2</sub> equivalente (Mg)		
Energia		
	Antes da implementação	Depois da implementação
Mendes da Silva	37,42	29,91
Novo Destino	31,20	16,49
Santa Jenny	9,56	7,83
<b>Total do setor</b>	<b>78,18</b>	<b>54,23</b>
Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo		
Mendes da Silva	252,30	183,33
Novo Destino	198,36	91,34
Santa Jenny	89,80	58,66
<b>Total do setor</b>	<b>540,45</b>	<b>333,33</b>
Resíduos		
Mendes da Silva	23,99	0
Novo Destino	20,68	0
Santa Jenny	4,86	0
<b>Total do setor</b>	<b>49,54</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>668,17</b>	<b>387,56</b>

Com a utilização dos dejetos de origem humana para produção de biogás e a sua utilização para confeção de alimentos, obter-se-ia uma redução de 42% face às emissões iniciais considerando as emissões dos dejetos de origem humana.

## **8.2. CENÁRIO 2 – EXTENSÃO DO PROJETO A OUTRAS FAMÍLIAS DAS COMUNIDADES ABRANGIDAS PELO PROJETO-PILOTO**

Comprovada a eficácia do projeto-piloto, surge o interesse de averiguar qual o impacto resultante caso todas as famílias fossem abrangidas pelo mesmo. Com esse objetivo, procedeu-se a uma estimativa do biogás que seria necessário produzir para satisfazer as necessidades de todas as famílias das

comunidades, tendo por base a quantidade de biogás que é utilizada por cada agregado já abrangido e, a partir daí, verificar a redução de emissões de GEE que se obteria. As emissões resultantes da deposição de resíduos agrícolas e de excrementos de origem animal neste caso, consideraram-se nulas, pois todos os resíduos teriam que ser recolhidos para aumentar a produção de biogás. Os resultados apresentam-se na Tabela 8.5.

**Tabela 8. 5 – Inventário de emissões de GEE total, antes e depois da implementação do projeto-piloto, considerando as emissões provenientes da gestão de dejetos de origem humana**

<b>CO<sub>2</sub> equivalente (Mg)</b>		
<b>Energia</b>		
	<b>Antes da implementação</b>	<b>Depois da implementação</b>
<b>Mendes da Silva</b>	37,42	0,14
<b>Novo Destino</b>	31,20	0,68
<b>Santa Jenny</b>	9,56	0,06
<b>Total do setor</b>	<b>78,18</b>	<b>0,88</b>
<b>Agricultura, Florestas e Outros Usos do Solo</b>		
<b>Mendes da Silva</b>	252,30	7,22
<b>Novo Destino</b>	198,36	5,07
<b>Santa Jenny</b>	89,80	3,74
<b>Total do setor</b>	<b>540,45</b>	<b>16,03</b>
<b>Resíduos</b>		
<b>Mendes da Silva</b>	23,99	0
<b>Novo Destino</b>	20,68	0
<b>Santa Jenny</b>	4,86	0
<b>Total do setor</b>	<b>49,54</b>	<b>0</b>
<b>Total</b>	<b>668,17</b>	<b>16,91</b>

Estendendo o projeto a todas as famílias das comunidades em causa obter-se-ia uma diminuição de emissão de GEE de 97% – 651,26 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente. A emissão de 16,91 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente que permanece resulta das emissões naturalmente associadas à combustão do biogás e da utilização do digerido, uma vez que, ainda que estas sejam opções que resultam em menos emissões por unidade de consumo, a sua utilização não se encontra isenta de emissões de GEE.

### **8.3. CENÁRIO 3 – EXTENSÃO DO PROJETO A OUTRAS COMUNIDADES RURAIS**

Tal como já foi mencionado ao longo do documento, existem várias comunidades em São Tomé onde não existe acesso à rede de água e eletricidade, para as quais a extensão deste projeto seria muito relevante, não só, claramente, no que se refere à qualidade de vida das populações, mas também na sua adaptação às alterações climáticas, através da preservação de sumidouros de carbono tão importantes quanto as florestas e consequente redução de emissão de GEE. Logo, é de interesse determinar de quanto seria esta diminuição de emissões. Teve-se por base os resultados obtidos para o cenário 2, e

admitiu-se uma semelhança entre as comunidades do mesmo distrito<sup>i)</sup> (uma vez que não se possui informação mais detalhada). Ou seja, por exemplo, a comunidade de Mendes da Silva, do distrito de Mé-zóchi, considera-se representativa da emissão de GEE *per capita* deste distrito, sendo extrapoladas, para as outras comunidades, as suas emissões totais tendo estas como base. Assim, calculou-se a redução para a situação de abrangência do projeto alargada a todas as comunidades não servidas pela EMAE. Os resultados apresentam-se de seguida, na Tabela 8.6, naturalmente com as incertezas dos pressupostos mencionados.

Os cálculos efetuados, assim como a lista de comunidades em causa, encontram-se presentes no Anexo C.

**Tabela 8. 6 – Estimativa das emissões totais de CO<sub>2</sub> equivalente antes e depois da implementação do projeto nas comunidades sem acesso à rede de água e energia**

<b>Distrito</b>	<b>Nº de comunidades</b>	<b>População</b>	<b>Gg CO<sub>2</sub> equivalente, inicial</b>	<b>Gg CO<sub>2</sub> equivalente, final</b>
<b>Água Grande</b>	1	61	0,11	$2,92 \times 10^{-3}$
<b>Cantagalo</b>	26	11 168	23,83	0,56
<b>Caué</b>	27	4 976	8,75	0,24
<b>Lembá</b>	17	1 007	1,59	0,06
<b>Mé-Zóchi</b>	42	10 477	16,39	0,38
<b>Total</b>			<b>50,67</b>	<b>1,23</b>

Estima-se que a implementação do projeto nas restantes comunidades não abrangidas pela EMAE resultaria numa redução de emissões de GEE de 49,44 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente – redução de 98%. Sendo as emissões totais nacionais, em 2005, de 196,63 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, esta redução de emissões corresponde a cerca de 25% do inventário nacional.

---

i) Para comunidades de distritos diferentes das abrangidas pelo projeto-piloto, considerou-se uma média das emissões *per capita* das três comunidades e aplicou-se à população do referido distrito.

## 9. CONCLUSÕES

O projeto BIO&ENERGY mostra um elevado potencial não só como ferramenta para a redução das emissões de gases com efeito de estufa em São Tomé e Príncipe, mas também para permitir benefícios sociais e de aumento da resiliência da população local às alterações climáticas.

É possível concluir que, apenas com a implementação do projeto-piloto, considerando a limitação imposta pela população de não se utilizarem os dejetos de origem humana para gerar biogás para confeção de alimentos, se atinge uma redução estimada de 126,79 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente anuais (20% do total de emissões anuais). Porém, se fossem utilizados os dejetos de origem humana seria possível atingir uma redução estimada de 58% face às emissões iniciais, para as quais os dejetos de origem humana têm uma contribuição estimada de 280,61 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente.

A expansão do projeto-piloto às restantes famílias das comunidades abordadas tem um enorme potencial associado, em resultado da utilização de todos os recursos residuais das comunidades, diminuindo a emissão de GEE destas em 97% – 651,26 Mg de CO<sub>2</sub> equivalente. A expansão do projeto às outras comunidades do país, poderia permitir a redução aproximada de 25% das emissões de GEE de São Tomé e Príncipe (49,44 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente).

De realçar que os benefícios do projeto não se limitam somente à redução de emissões, mas também à redução de vulnerabilidade às alterações climáticas como esta é entendida pela população, tendo-se apurado já uma redução da vulnerabilidade às alterações climáticas apenas em resultado da construção dos digestores e ainda antes da produção de biogás se iniciar em pleno. Ao nível social, verificou-se que poderá vir a aumentar a frequência escolar/literacia, a igualdade de géneros e a reduzir a frequência de patologias associadas à convivência diária da população com um ambiente pouco higienizado.

Em suma, o projeto em causa demonstra ser, a vários níveis, uma boa aposta no que se refere à adaptação de comunidades de países em desenvolvimento às alterações climáticas, através da utilização de uma fonte de energia menos poluente, preservando simultaneamente as florestas, um dos mais importantes sumidouros de carbono a nível mundial, e contribuindo concomitantemente para melhorias significativas a nível social e económico.

## 10. TRABALHOS FUTUROS

Considera-se primordial a realização de estudos futuros em países em desenvolvimento em virtude da escassez de informação existente. De facto, nestes frequentemente não existem informações atualizadas que permitam, sem uma deslocação ao terreno e a realização de campanhas e inquéritos, definir de forma adequada a situação nacional e o impacto da aplicação de um projeto nos diferentes níveis, o que faz com que aos resultados obtidos esteja associado um grau de incerteza significativo.



Futuramente seria também de todo o interesse aprofundar os estudos realizados na presente dissertação, em particular através da realização de uma análise de sensibilidade aplicada aos pressupostos mais significativos nos inventários totais, assim como através da aplicação da metodologia utilizando níveis superiores, embora para efeitos de comparação com o inventário nacional, seja ainda mais relevante aplicar a metodologia de nível 1.

## BIBLIOGRAFIA

1. Abbasi, T.;Taussef, S.M.;Abbasi, S.A. 2012. *Biogas Energy*.
2. AGAMA. Biogas (Pty) Ltd. 2011. *BiogasPro agama - Product Datasheet*. [www.biogaspro.com](http://www.biogaspro.com).
3. Albuquerque, C. D. Cesarini. 2009. *Plano de Manejo - Parque Nacional Obô de São Tomé*.
4. Bailis, R. H. McCarthy. 2011. *Carbon impacts of direct land use change in semiarid woodlands converted to biofuel plantations in India and Brazil*. GCB Bioenergy.
5. Bernal, P., Alburquerque, J.A., Bustamante, M.A. y Clemente, R. 2011. *Guía de utilización agrícola de los materiales digeridos por biometanización*. Ministerio de Ciencia e Innovación.
6. Berndes, G. P. Börjesson S. Ahlgren, and A. L. Cowie 2013. *Bioenergy and land use change — state of the art*. Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment.
7. Bodart, C. A. Brink, Donnay, F., Lupi, A., Mayaux, P., Achard, F. 2013. *Continental estimates of forest cover and forest cover changes in the dry ecosystems of Africa between 1990 and 2000*. Journal of Biogeography.
8. Buxton, D. and Brian, R. 2010. *From Small Steps to Giant Leaps...putting research into practice*. EWB-UK National Research Conference 2010, The Royal Academy of Engineering.
9. Buxton, D. and Brian, R. 2010. *Disposal of latrine waste: Is biogas the answer? A review of literature*. EWB-UK National Research Conference.
10. CEC. California Energy Commission. 2012. Chapter 8: *Fossil Fuels - Coal, Oil and Natural Gas*. <http://www.energyquest.ca.gov/story/chapter08.html>.
11. Chum, H. J. Moreira A. Faaij, G. Berndes, P. Dhamija, H. Dong, B. Gabrielle, A. G. Eng, W. Lucht, M. Mapako, O. M. Cerutti, T. McIntyre, T. Minowa, K. Pingoud. 2011. *Bioenergy*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
12. Coelho, Luísa. 2007. *Compostagem de resíduos agro-industriais: Monitorização do processo e avaliação da*. Faro.
13. Cordeiro, Nathalie. 2010. *Compostagem de Resíduos Verdes e Avaliação da Qualidade dos Compostos Obtidos - Caso de Estudo da Algar S.A*. Lisboa.
14. Creutzig, F. D. C. von Stechow, Klein, C., Hunsberger, N., Bauer, A. Popp, O. Edenhofer. 2012a. *Can bioenergy assessments deliver?*
15. Creutzig, F. D. C. von Stechow, Klein, C., Hunsberger, N., Bauer, A. Popp, O. Edenhofer. 2012b. *Reconciling top-down and bottom-up modelling on future bioenergy deployment*.
16. EBA. E. European Biogas Association. Meers, De Keulenaere, B., Pflüger, S., Stambasky, J. 2015a. *COP 21: Anaerobic digestion's and gasification's contribution to reduced emissions in EU's transport, agricultural and energy sectors*.
17. EBA. European Biogas Association. 2015b. *Digestate Factsheet: the value of organic fertilisers for Europe's economy, society and environment*.
18. Engineering toolbox. 2016. *Liquids - Densities*. <http://www.engineeringtoolbox.com/>
19. Engineering Toolbox. 2016. *Air Density and Specific Weight*. <http://www.engineeringtoolbox.com/>
20. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Agriculture and Consumer Protection Department. 1992. Chapter 7: *Anaerobic processes, plant design and control*.
21. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1997. *Asia-Pacific Forestry Sector Outlook Study: Regional Study on Wood Energy Today and Tomorrow in Asia*. Asia-Pacific Forestry Sector Outlook Study Working Paper Series, Working Paper No: APFSOS/WP/34. Forestry Policy and Planning Division, Rome. Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok.

22. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1992. *Biogas processes for sustainable development*. Chapter eight: Output and its use I. Uri Marchaim, MIGAL Galilee Technological Centre Kiryat Shmona, Israel.
23. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations - Statistics Division. 2011. *Sao Tome and Principe*. <http://faostat3.fao.org/>
24. FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations - Statistics Division. 2014. *Production*. <http://faostat3.fao.org/>
25. GTZ/GIZ. German Technical Cooperation Agency (GTZ)/German Society for International Cooperation (GIZ). 1999. *Biogas digest*.
26. Haberl, H. S. C. Bhattacharya T. Beringer, K.-H. Erb, and M. Hoogwijk. 2010. *The global technical potential of bio-energy in 2050 considering sustainability constraints*. Current Opinion in Environmental Sustainability.
27. Houghton, R. B. Nassikas Brett, A. 2015. *A role for tropical forests in stabilizing atmospheric CO<sub>2</sub>*. Nature Climate Change.
28. IEA. International Energy Agency. 2001. *Biogas upgrading and utilization*. Report of Task 24: Energy from biological conversion of organic waste. International Energy Agency Technology Environment, Culham, Oxfordshire, Reino Unido.
29. IEA. International Energy Agency. 2014. *The Way Forward - Five Key Actions to achieve a Low-carbon Energy Sector*. <http://www.iea.org/>
30. IEA. International Energy Agency. 2016. *Energy and Climate Change*. <http://www.worldenergyoutlook.org/resources/energyandclimatechange/>
31. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006a. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 1 - General Guidance and Reporting, Chapter 4 - Methodological Choice and Identification of Key Categories
32. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006b. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 12 - Harvested Wood Products.
33. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006c. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 4 - Forest Land.
34. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006d. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 2 - Energy, Chapter 2 - Stationary Combustion.
35. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006e. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 10 - Emissions from Livestock and Manure Management.
36. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006f. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 5 - Waste, Chapter 3 - Solid Waste Disposal.
37. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006g. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 4 - Agriculture, Forestry and Other Land Use, Chapter 11 - N<sub>2</sub>O emissions from Managed Soils, and CO<sub>2</sub> emissions from Lime and Urea Application.
38. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006h. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Vol. 2 - Energy, Chapter 4 - Fugitive Emissions.
39. IPCC. Intergovernmental Panel for Climate Change. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.

40. IPCC. Edenhofer O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.), Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
41. KF. Kentucky Foundation. 2007. *What are the chemical & mineral composition (including trace elements) of coal?* <http://www.coaleducation.org/>
42. Lema J.M., Méndez, R.J. 1997. *Tratamientos biológicos anaerobios*. Chapter: Contaminación e ingeniería ambiental. Volume III, Contaminación de las aguas. Oviedo, Espanha.
43. Mbow, C. D. Skole, Dieng, M., Justice, C., Kwesha, D., Mane, L., E. Gamri, M., V. Vordzogbe, V., Virji, and H. 2012. *Challenges and Prospects for REDD+ in Africa: Desk Review Of REDD+ Implementation in Africa*. Copenhagen.
44. Neva R. Goodwin, Frank Ackerman, David Kiron. 1997. *The Consumer Society*. Editado por Island Press. Washington D.C., Estados Unidos da América.
45. NREL. National Renewable Energy Laboratory. 2013. *Feasibility Study of Anaerobic Digestion of Food Waste in St. Bernard, Louisiana*. Golden, Colorado, Estados Unidos da América.
46. Ocwieja, S. 2011. *Life cycle thinking assessment applied to three biogas projects in central Uganda*. Michigan Technological University, Estados Unidos da América.
47. ORELAC. Observatory for Renewable Energy in Latin America and the Caribbean. 2013. *Biogas. Capacity Building Programme on Renewable Energy*. United Nations Industrial Development Organization. Biogas Module.
48. Petroleum.co.uk. 2015. *Petroleum Composition*. <http://www.petroleum.co.uk/composition>.
49. RDSTP. República Democrática de São Tomé e Príncipe. 2004. *Première Communication Nationale Sur les Changements Climatiques*. São Tomé e Príncipe.
50. RDSTP. República Democrática de São Tomé e Príncipe. 2012. *Deuxième Communication Nationale - Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques*. São Tomé e Príncipe.
51. RDSTP. República Democrática de São Tomé e Príncipe. 2013. *Preparação À Terceira Conferência Internacional Sobre O Desenvolvimento Sustentável Dos Pequenos Estados Insulares Em Desenvolvimento, Ápia, Samoa 2014*.
52. RDSTP. República Democrática de São Tomé e Príncipe. 2015. *São Tome And Principe - Intended Nationally Determined Contribution*. São Tomé e Príncipe.
53. Rittmann, B. E., & McCarty, P. L. 2001. *Environmental biotechnology: Principles and applications*. McGraw Hill. Singapore.
54. Rowse, L. 2011. *Design of Small Scale Anaerobic Digesters for Application in Rural Developing Countries*. University of South Florida, Estados Unidos da América.
55. Sathaye, J. L. Dale W. Makundi, P. Chan, and K. Andrasko 2005. *Generalized Comprehensive Mitigation Assessment Process (GCOMAP): A Dynamic Partial Equilibrium Model for*. U. S. Environmental Protection Agency. Washington, D. C., Available at: <http://eetd.lbl.gov/sites/all/files/lbnl-58291.pdf>.
56. Shaoshan, A. Z. Z. Fenli, Feng, P., Scott. n/d. *Soil Quality Degradation Processes along a Deforestation Chronosequence in the Ziwojing Area, China*. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on Loess Plateau, Northwest A&F University. China.
57. Simpson-Hébert, M.;Wood, S. WSSCC - Working Group on Promotion of Sanitation. 1998. *Sanitation Promotion Kit*.

58. Smith, P. A. Popp H. Haberl, K. Erb, C. Lauk, R. Harper, F. N. Tubiello, A. de Siqueira Pinto, M. Jafari, S. Sohi, O. Masera, H. Böttcher, G. Berndes, M. Bustamante, H. Ahammad, H. Clark, H. Dong, E. A. Elsidig, C. Mbow, N. H. Ravindranath, C. W. Rice, C. Robledo Abad, A. Romanovskaya, F. Sperling, M. Herrero, J. I. House, and S. Rose 2013. *How much landbased greenhouse gas mitigation can be achieved without compromising food security and environmental goals?* Global Change Biology.
59. SRAM. Secretaria Regional do Ambiente e do Mar. 2009. *Relatório da Qualidade do Ar 2007/2008*. Açores.
60. Tchobanoglous, G., Kreith, F. 2002. *Handbook of Solid Waste Management*. 2 ed.: McGrawHill.
61. Teodorita Al Seadi, Dominik Rutz et al. 2008. *Biogas Handbook*. Dinamarca.
62. U.S.GCRP. United States Global Change Research Program. 2014. *National Climate Assessment - Highlights*. <http://nca2014.globalchange.gov/>.
63. UN. Department of Economic and Social Affairs United Nations, Population Division. 2015. *World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance*. New York.
64. UNDP. United Nations Development Programme. 2008. *A Guide to Vulnerability Reduction Assessment*. Working Paper.
65. UNEP. United Nations Environment Programme. 1999. *Global Environment Outlook 2000*. Earthsan.
66. UNEP. United Nations Environment Programme. 2005. *Solid Waste Management*. Volume 1.
67. UNFCCC. United Nations Framework Convention on Climate Change. 2015. *Adoption Of The Paris Agreement - Proposal By The President*. Paris.
68. USDA. National Center for Manure and Animal Waste Management. 2001. *White Paper Summaries*. Estados Unidos da América.
69. USEPA. United States Environmental Protection Agency. 2016a. *Overview of Greenhouse Gases*. <http://www3.epa.gov/>
70. USEPA. United States Environmental Protection Agency. 2016b. *Understanding Global Warming Potentials*. <http://www3.epa.gov/>
71. USEPA. United States Environment Protection Agency. 2016c. *What's the problem?* <http://www3.epa.gov/>
72. Vitousek, P. SCOPE - Scientific Committee on Problems of the Environment. 1983. *SCOPE 21 - The Major Biogeochemical Cycles and Their Interactions*. Chapter 7: The Effects of Deforestation on Air, Soil, and Water.
73. Werf, G. D. Morton, DeFries, R., Olivier, J., Kasibhatla, P., Jackson, R., Collatz, G., Randerson, J. 2009. *CO<sub>2</sub> emissions from forest loss*. Nature Geoscience Macmillan Publishers Limited.
74. Teodorita, S. 2001. *Good practice in quality management of AD residues from biogas production*. Report made for the International Energy Agency, Task 24- Energy from Biological Conversion of Organic Waste. Published by IEA Bioenergy and AEA Technology Environment, Oxfordshire, United Kingdom.
75. Lemmens, R. 2008. *Erythrina vogelii* In: Louppe, D., Oteng-Amoako, A.A. & Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.
76. JSTOR. Global Plants. 2016. *Funtumia latifolia*. <http://plants.jstor.org/>
77. Wiersum, K.F. 1984. *Surface Erosion under Various Tropical Agroforestry Systems*. In C. O'Loughlin and A. Pearce (eds.), *Proceedings of the Symposium on Effects of Forest Land Use on Erosion and slope stability*. EAPI, East-West Center, Honolulu. Pp. 231-239.

# Anexos

## **ANEXO A**

### **INFORMAÇÕES RELATIVAS AO PROJETO**

As atividades a desenvolver no âmbito do projeto BIO&ENERGY consistem nas que se listam de seguida (DGA, 2013):

#### **Ação 1**

- 1.1 - Realizar diagnóstico inicial e final, projetar cenários e definir critérios de avaliação das soluções mais ajustadas à realidade;
- 1.2 - Realizar avaliação de incidências ambientais do projeto e definição de medidas minimizadoras;
- 1.3 - Identificar soluções mais ajustadas a cada comunidade-alvo;
- 1.4 - Instalar biodigestores anaeróbicos pré-fabricados e rede doméstica de energia;
- 1.5 - Acompanhamento técnico do funcionamento dos biodigestores.

#### **Ação 2**

- 2.1 - Realizar sessões participativas com comunidade alvo, autoridades locais do setor do ambiente e outras partes;
- 2.2 - Desenvolver manual de GO&M;
- 2.3 - Desenvolver manual de construção de bioreatores com recursos locais.

#### **Ação 3**

- 3.1 - Definir conteúdos das sessões de formação;
- 3.2 - Implementar formação a técnicos locais em gestão, operação e manutenção de biodigestores;
- 3.3 - Reforçar conhecimentos de técnicos, autoridades locais e outros interessados em opções de desenvolvimento limpo;

#### **Ação 4**

- 4.1 - Definir conteúdos de campanha de sensibilização;
- 4.2 - Implementar campanha de sensibilização sobre consumo de energia de fonte renovável.

A sua organização cronológica encontra-se na Tabela A.1.

Tabela A. 1 – Organização cronológica das ações e atividades a desenvolver no âmbito do projeto BIO&ENERGY (DGA, 2013)

Atividades	1º ano												2º ano												3º ano													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Ação I - Projeto, Operação e Arranque das unidades demonstrativas de Biodigestores pré-fabricados em 5 comunidades rurais																																						
1.1																																						
1.2																																						
1.3																																						
1.4																																						
1.5																																						
Ação II - Definição do Modelo de Gestão, Operação e Manutenção (GO&M) e dos Manuais de Construção																																						
2.1																																						
2.2																																						
2.3																																						
Ação III - Capacitação das Populações, Técnicos e Autoridades locais e outros <i>stakeholders</i>																																						
3.1																																						
3.2																																						
3.3																																						
Ação IV - Campanhas de sensibilização e capacitação																																						
4.1																																						
4.2																																						



## ANEXO B

### INQUÉRITOS REALIZADOS À POPULAÇÃO DAS COMUNIDADES ABRANGIDAS PELO PROJETO-PILOTO

A informação que se apresenta de seguida representa na íntegra o inquérito criado pela equipa do projeto mencionado anteriormente para obtenção dos dados necessários ao início da implementação do projeto-piloto. As Tabelas B.1 a B.47 apresentam os resultados obtidos, segundo o seu III Relatório de Progresso.

#### A. INFORMAÇÃO GERAL

*(o objetivo deste tópico é obter uma caracterização de cada agregado familiar e das condições em que vive)*

##### A.0. Dados Gerais

- » Distrito: \_\_\_\_\_ » Comunidade: \_\_\_\_\_  
» ID da casa: \_\_\_\_\_

##### A.1. Dados da Família:

- » Nome: \_\_\_\_\_  
» Número TOTAL de Pessoas: \_\_\_\_\_ » Distribuição Homem: \_\_\_\_\_ Mulher: \_\_\_\_\_  
» Número de Pessoas por Idade: \_\_\_\_\_ < 5 anos \_\_\_\_\_ 5 a 12 anos \_\_\_\_\_ 12 a 65 anos \_\_\_\_\_ > 65 anos

##### A.2. Habitação:

- » Cozinha:  
- Tem cozinha individual? ☐ Sim ☐ Não  
**Se sim,** Onde? ☐ Dentro ☐ Fora da casa. A que distância? \_\_\_\_\_ metros.  
  
» Latrina:  
- Tem latrina? ☐ Sim ☐ Não  
**Se não,** Como evacua os seus dejetos?

##### A.3 Energia

- » Qual/quais a(s) fonte(s) de energia que usa?  
☐ Carvão ☐ Lenha ☐ Eletricidade ☐ Petróleo ☐ Outro. Qual (gás butano/gasóleo/gasolina)? \_\_\_\_\_  
  
» Qual/quais a(s) fonte(s) de energia que usa para cozinhar?  
☐ Carvão ☐ Lenha ☐ Eletricidade ☐ Petróleo ☐ Outro. Qual (gás butano/gasóleo/gasolina)? \_\_\_\_\_  
  
» **Se usa LENHA,** indicar  
Onde vai recolher: \_\_\_\_\_  
Distância média percorrida para apanhar lenha para as necessidades diárias \_\_\_\_\_ metros.  
Quem desempenha a tarefa: ☐ Homem ☐ Mulher ☐ Criança

## A. INFORMAÇÃO GERAL

(o objetivo deste tópico é obter uma caracterização de cada agregado familiar e das condições em que vive)

» **Se não usa LENHA**, tentar obter dados que permitam estimar os custos com a obtenção de energia (exemplo: se tem um gerador, registar a potencia do gerador, o nº de horas que funciona por dia e a que preço compra o gasóleo).

### A.4. Água

» A que distância da habitação fica o ponto de água? \_\_\_\_ metros

## B. DADOS PARA PROJETO

(com este ponto pretende-se sistematizar um conjunto de elementos que constituirão os dados base para o projeto especificamente no que respeita à base de alimentação dos digestores)

### B.1. Resíduos Domésticos

» Número de refeições confeccionadas por dia:

» Qual o destino final atual dos resíduos das refeições?

» A família tem atividade agrícola? ☐ Sim ☐ Não

**Se sim,** ☐ Individual ☐ Comunitária

Indicar quais os produtos cultivados.

» Qual o destino final atual dos resíduos agrícolas?

### B.2. Resíduos Animais

» Tem animais? ☐ Sim ☐ Não

**Se sim,** - Quais?

- Vacas: ☐ Sim ☐ Não

**Se sim,** quantos?

- Porcos: ☐ Sim ☐ Não

**Se sim,** quantos?

- Galinhas: ☐ Sim ☐ Não

**Se sim,** quantos?

- Cabras: ☐ Sim ☐ Não

**Se sim,** quantos?

- Outros? ☐ Sim ☐ Não

**Se sim,** quais e quantos?

- Regime fechado? ☐ Sim ☐ Não

**Se sim,** Todo dia? ☐ Parte do Dia?  
☐

» Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?

## C. DADOS PARA PROJETO

*(com este ponto pretende-se sistematizar um conjunto de elementos que constituirão os dados base para o projeto especificamente no que respeita à base de alimentação dos digestores)*

### B.3. Resíduos na Envolvente

» Existem na envolvente outros resíduos orgânicos que possam ser incluídos no processo (Quais?)

### B.4. Área Envolvente

» Existe junto da cozinha, área disponível para implementação do digestor? ☐ Sim ☐ Não

» Qual a distância aproximada entre cozinha e área livre para implementação do digestor (em linha recta): \_\_\_\_ metros.

## D. SOLUÇÃO PREVISTA

*(este ponto pretende explicar a solução prevista no âmbito do projeto BIOENERGIA percebendo-se potenciais mitos e preconceitos das populações a envolver)*

### C.1. Projeto Bioenergia

» Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânicos, dos orgânicos? ☐ Sim ☐ Não

» Usaria para **COZINHAR** o gás produzido num processo semelhante a este? ☐ Sim ☐ Não



» **Se sim**, quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?

### C.2. Outros Projetos

» Participa ou já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM? ☐ Sim ☐ Não

» **Se sim**, o que achou?

## E. OBSERVAÇÕES

*Obrigada pela sua participação!*

Tabela B. 1 – Resultados do inquérito – Secção A.0 e A.1

A. 0 _ Dados Gerais			A.1 Dados da Família						
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Total	Homem	Mulher	< 5 anos	5 a 12 anos	12 a 65 anos	> 65 anos
Mé-Zóchi	Novo Destino	002A	2	1	1	0	0	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	002	7	4	3	0	0	6	1
Mé-Zóchi	Novo Destino	003	7	3	4	2	2	3	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 & 004C	9	4	5	2	0	7	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	004A	1	1	0	0	0	1	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	004B	6	3	3	1	2	3	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	004D	2	2	0	0	0	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	005	6	3	3	2	2	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	005A	1	0	1	0	0	1	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	005B	7	1	6	0	2	5	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	006	7	3	4	2	0	5	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	006B	1	1	0	0	0	1	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	007	6	5	1	2	1	3	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	007A	6	4	2	2	2	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	007B	6	2	4	0	1	5	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	013	3	1	2	1	0	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Frente)	1	1	0	0	0	1	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Trás)	1	1	0	0	0	0	1
Mé-Zóchi	Novo Destino	013B	4	2	2	0	1	3	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	014A	6	4	2	3	1	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	014B	6	3	3	1	1	4	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	014C	1	1	0	0	0	0	1

Tabela B. 2 – Resultados do inquérito – Secção A.0 e A.1 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.1 Dados da Família						
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Total	Homem	Mulher	< 5 anos	5 a 12 anos	12 a 65 anos	> 65 anos
Mé-Zóchi	Novo Destino	016A	6	3	3	2	2	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	016B	6	2	4	0	0	6	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	019	5	2	3	0	0	5	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	020	3	2	1	0	0	2	1
Mé-Zóchi	Novo Destino	020A	4	2	2	1	0	3	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	020B	4	3	1	1	1	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	020C	5	1	4	0	1	3	1
Mé-Zóchi	Novo Destino	020D	5	2	3	1	2	2	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	023	5	4	1	0	0	4	1
Mé-Zóchi	Novo Destino	023A	7	4	3	1	1	5	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	023B	5	2	3	0	0	5	0
Mé-Zóchi	Novo Destino	023C & 023D	9	4	5	1	2	6	0
Cantagalo	Mendes da Silva	Sem Número	1	1	0	0	0	1	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005m	4	2	2	1	1	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005	3	1	2	0	1	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A2	3	2	1	1	0	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005k	4	2	2	1	1	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005j	4	3	1	1	2	1	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005i	6	3	3	0	2	4	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005h	2	2	0	0	0	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005g	4	2	2	1	1	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005d	1	0	1	0	0	0	1

Tabela B. 3 – Resultados do inquérito – Secção A.0 e A.1 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.1 Dados da Família						
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Total	Homem	Mulher	< 5 anos	5 a 12 anos	12 a 65 anos	> 65 anos
Cantagalo	Mendes da Silva	005c	2	2	0	0	0	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005a	1	1	0	0	0	1	0
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A14	2	1	1	0	0	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	002	6	2	4	0	2	3	1
Cantagalo	Mendes da Silva	002c	8	3	5	1	1	4	2
Cantagalo	Mendes da Silva	002f	5	3	2	0	1	4	0
Cantagalo	Mendes da Silva	002g-h	1	1	0	0	0	1	0
Cantagalo	Mendes da Silva	002i	4	2	2	0	1	3	0
Cantagalo	Mendes da Silva	002K	4	2	2	1	1	1	1
Cantagalo	Mendes da Silva	002j	3	0	3	0	0	3	0
Cantagalo	Mendes da Silva	002l	3	2	1	1	0	2	0
Cantagalo	Mendes da Silva	003	6	4	2	1	2	3	0
Cantagalo	Mendes da Silva	004	7	5	2	2	2	3	0
Cantagalo	Mendes da Silva	004a	7	1	6	0	3	4	0
Cantagalo	Mendes da Silva	004	7	4	3	0	3	4	0
Cantagalo	Mendes da Silva	004c	2	1	1	0	1	1	0
Cantagalo	Mendes da Silva	010	6	3	3	1	1	4	0
Cantagalo	Mendes da Silva	011	6	3	3	0	1	5	0
Cantagalo	Mendes da Silva	012	7	5	2	0	1	6	0
Cantagalo	Mendes da Silva	???	7	6	1	0	1	6	0
Cantagalo	Mendes da Silva	014ce	8	4	4	0	1	7	0
Cantagalo	Mendes da Silva	016	4	1	3	1	1	2	0

Tabela B. 4 – Resultados do inquérito – Secção A.0 e A.1 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.1 Dados da Família						
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Total	Homem	Mulher	< 5 anos	5 a 12 anos	12 a 65 anos	> 65 anos
Cantagalo	Mendes da Silva	018	4	3	1	0	1	3	0
Cantagalo	Mendes da Silva	015	5	2	3	1	2	2	0
Lembá	Santa Jenny	005A	3	2	1	1	0	2	0
Lembá	Santa Jenny	005B	6	4	2	0	1	5	0
Lembá	Santa Jenny	005C	3	1	2	1	0	2	0
Lembá	Santa Jenny	002B	5	2	3	1	2	2	0
Lembá	Santa Jenny	002C	5	3	2	0	1	4	0
Lembá	Santa Jenny	006	5	2	3	3	0	2	0
Lembá	Santa Jenny	006A	4	2	2	2	0	2	0
Lembá	Santa Jenny	006	1	1	0	0	0	1	0
Lembá	Santa Jenny	006B	1	1	0	0	0	1	0
Lembá	Santa Jenny	006d	4	2	2	1	0	3	0
Lembá	Santa Jenny	006B	5	2	3	3	0	2	0
Lembá	Santa Jenny	003	1	1	0	0	0	1	0
Lembá	Santa Jenny	003F	4	2	2	0	1	3	0
Lembá	Santa Jenny	003	4	4	0	0	0	4	0
Lembá	Santa Jenny	003a	3	1	2	1	0	2	0
Lembá	Santa Jenny	004A	1	1	0	0	0	1	0
Lembá	Santa Jenny	004a	2	1	1	0	0	2	0
Lembá	Santa Jenny	004C	7	4	3	2	1	4	0
Lembá	Santa Jenny	Cima da comunidade	2	1	1	1	0	1	0

Tabela B. 5 – Resultados do inquérito – Secção A.2

A. 0 _ Dados Gerais			A.2 Habitação (Cozinha)			A.2 Habitação (Latrina)	
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.2 Cozinha individual	A.2 Onde?	A.2 Distância (m)	A.2 Latrina	A.2 Como Evacua os seus dejetos
Mé-Zóchi	Novo Destino	002A	Sim	Fora de Casa	3	Não	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	002	Sim	Fora de Casa	5	Não	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	003	Sim	Dentro	-	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 & 004C	Sim	Fora de Casa	3	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004A	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004B	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004D	Sim	Fora de Casa	10	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	005	Não	-	-	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	005A	Sim	Fora de Casa	20	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	005B	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	006	Sim	Fora de Casa	2,5	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	006B	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	007	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	007A	Sim	Fora de Casa	3	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	007B	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	013	Sim	Fora de Casa	6	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Frente)	Não	-	-	Não	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Trás)	Sim	Fora de Casa	4	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	013B	Sim	Fora de Casa	2	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	014A	Sim	Fora de Casa	3	Não	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	014B	Sim	Fora de Casa	2	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	014C	Sim	Fora de Casa	6	Sim	-



Tabela B. 6 – Resultados do inquérito – Secção A.2 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.2 Habitação (Cozinha)			A.2 Habitação (Latrina)	
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.2 Cozinha individual	A.2 Onde?	A.2 Distância (m)	A.2 Latrina	A.2 Como Evacua os seus dejetos
Mé-Zóchi	Novo Destino	016A	Sim	Fora de Casa	4	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	016B	Sim	Fora de Casa	6	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	019	Sim	Fora de Casa	1,5	Sim	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	020	Sim	Fora de Casa	3	Não	WC individual
Mé-Zóchi	Novo Destino	020A	Sim	Fora de Casa	3	Não	WC individual
Mé-Zóchi	Novo Destino	020B	Sim	Fora de Casa	2	Não	WC individual
Mé-Zóchi	Novo Destino	020C	Sim	Fora de Casa	2	Não	WC individual
Mé-Zóchi	Novo Destino	020D	Sim	Fora de Casa	5	Não	WC individual
Mé-Zóchi	Novo Destino	023	Sim	Fora de Casa	5	Não	WC individual
Mé-Zóchi	Novo Destino	023A	Sim	Fora de Casa	5	Não	WC individual
Mé-Zóchi	Novo Destino	023B	Sim	Fora de Casa	2,5	Não	WC individual
Mé-Zóchi	Novo Destino	023C & 023D	Sim	Fora de Casa	2	Não	WC individual
Cantagalo	Mendes da Silva	Sem Número	Sim	Fora de Casa	1,5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005m	Sim	Dentro	-	Não	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	005	Sim	Fora de Casa	4	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A2	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005k	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005j	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005i	Sim	Fora de Casa	3	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005h	Sim	Fora de Casa	4	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005g	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005d	Sim	Fora de Casa	5	Não	C.B.P/balde

Tabela B. 7 – Resultados do inquérito – Secção A.2 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.2 Habitação (Cozinha)			A.2 Habitação (Latrina)	
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.2 Cozinha individual	A.2 Onde?	A.2 Distância (m)	A.2 Latrina	A.2 Como Evacua os seus dejetos
Cantagalo	Mendes da Silva	005c	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005a	Sim	Fora de Casa	4	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A14	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002	Sim	Fora de Casa	3	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002c	Sim	Fora de Casa	-	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002f	Sim	Fora de Casa	3	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002g-h	Sim	Fora de Casa	3	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002i	Sim	Fora de Casa	-	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002K	Sim	Fora de Casa	2	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002j	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002l	Sim	Fora de Casa	5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	003	Sim	Fora de Casa	10	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	004	Sim	Fora de Casa	-	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	004a	Sim	Fora de Casa	2	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	004	Sim	Fora de Casa	< 5	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	004c	Sim	Fora de Casa	1	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	010	Sim	Fora de Casa	2	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	011	Sim	Fora de Casa	1	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	012	Sim	Fora de Casa	1	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	???	Sim	Dentro	-	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	014ce	Sim	Fora de Casa	3	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	016	Sim	Fora de Casa	1,5	Sim	-

Tabela B. 8 – Resultados do inquérito – Secção A.2 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.2 Habitação (Cozinha)			A.2 Habitação (Latrina)	
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.2 Cozinha individual	A.2 Onde?	A.2 Distância (m)	A.2 Latrina	A.2 Como Evacua os seus dejetos
Cantagalo	Mendes da Silva	018	Sim	Fora de Casa	1	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	015	Sim	Fora de Casa	1,5	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	005A	Não	Fora de Casa	1	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	005B	Sim	Fora de Casa	1	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	005C	Sim	Fora de Casa	5	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	002B	Sim	Fora de Casa	10	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	002C	Sim	Fora de Casa	9	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	006	Sim	Fora de Casa	1	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	006A	Não	-	-	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	006	Sim	Fora de Casa	4	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	006B	Não	-	-	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	006d	Sim	Fora de Casa	5	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	006B	Não	-	-	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	003	Não				
Lembá	Santa Jenny	003F	Sim	Fora de Casa	3,5	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	003	Não	Fora de Casa	10	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	003a	Sim	Fora de Casa	8	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	004A					
Lembá	Santa Jenny	004a					
Lembá	Santa Jenny	004C	Sim	Fora de Casa	< 5	Não	Floresta
Lembá	Santa Jenny	Cima da comunidade	Sim	Fora de Casa	5	Não	Floresta

Tabela B. 9 – Resultados do inquérito – Secção A.3

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia				
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de Energia que usas (Carvão)	A.3 Fonte de Energia que usas (Lenha)	A.3 Fonte de Energia que usas (Eletricidade)	A.3 Fonte de Energia que usas (Petróleo)	A.3 Outro
Mé-Zóchi	Novo Destino	002A	Não	Não	Não	Não	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	002	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	003	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 & 004C	Não	Sim	Não	Não	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 <sup>a</sup>	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	004B	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	004D	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	005	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	005 <sup>a</sup>	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	005B	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	006	Não	Não	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	006B	Não	Não	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	007	Não	Não	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	007A	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Mé-Zóchi	Novo Destino	007B	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Mé-Zóchi	Novo Destino	013	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Frente)	Não	Não	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Trás)	Não	Não	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	013B	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	014A	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Mé-Zóchi	Novo Destino	014B	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Mé-Zóchi	Novo Destino	014C	Não	Não	Não	Sim	Não

Tabela B. 10 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia				
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de Energia que usas (Carvão)	A.3 Fonte de Energia que usas (Lenha)	A.3 Fonte de Energia que usas (Eletricidade)	A.3 Fonte de Energia que usas (Petróleo)	A.3 Outro
Mé-Zóchi	Novo Destino	016A	Não	Não	Não	Não	Gerador
Mé-Zóchi	Novo Destino	016B	Não	Não	Não	Não	Gerador
Mé-Zóchi	Novo Destino	019	Não	Não	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	020	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	020A	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	020B	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	020C	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	020D	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	023	Não	Sim	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	023A	Não	Não	Não	Sim	Não
Mé-Zóchi	Novo Destino	023B	Não	Não	Não	Não	Gerador
Mé-Zóchi	Novo Destino	023C & 023D	Não	Não	Não	Não	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	Sem Número	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005m	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A2	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005k	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005j	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005i	Não	Não	Não	Sim	Gerador

Tabela B. 11 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia				
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de Energia que usas (Carvão)	A.3 Fonte de Energia que usas (Lenha)	A.3 Fonte de Energia que usas (Eletricidade)	A.3 Fonte de Energia que usas (Petróleo)	A.3 Outro
Cantagalo	Mendes da Silva	005h	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	005g	Não	Não	Não	Não	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	005d	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005c	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005A	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A14	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002	Não	Sim	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	002c	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	002f	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002g-h	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002i	Não	Sim	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	002K	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002j	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002l	Não	Não	Não	Sim	Gasolina
Cantagalo	Mendes da Silva	003	Não	Não	Não	Sim	-

Tabela B. 12 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia				
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de Energia que usas (Carvão)	A.3 Fonte de Energia que usas (Lenha)	A.3 Fonte de Energia que usas (Eletricidade)	A.3 Fonte de Energia que usas (Petróleo)	A.3 Outro
Cantagalo	Mendes da Silva	004	Não	Não	Não	Sim	Gasolina
Cantagalo	Mendes da Silva	004A	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	004	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	004C	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	010	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	011	Não	Não	Não	Sim	-
Cantagalo	Mendes da Silva	012	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	???	Não	Não	Não	Sim	Gasolina
Cantagalo	Mendes da Silva	014ce	Não	Não	Não	Sim	Gasolina
Cantagalo	Mendes da Silva	016	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	018	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Cantagalo	Mendes da Silva	015	Não	Não	Não	Sim	Gerador
Lembá	Santa Jenny	005A	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	005B	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	005C	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	002B	Não	Não	Não	Sim	-

Tabela B. 13 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia				
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de Energia que usas (Carvão)	A.3 Fonte de Energia que usas (Lenha)	A.3 Fonte de Energia que usas (Eletricidade)	A.3 Fonte de Energia que usas (Petróleo)	A.3 Outro
Lembá	Santa Jenny	002C	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	006	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	006A	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	006	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	006B	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	006d	Não	Não	Não	Sim	Vela
Lembá	Santa Jenny	006B	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	003					
Lembá	Santa Jenny	003F	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	003	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	003A	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	004A					
Lembá	Santa Jenny	004A					
Lembá	Santa Jenny	004C	Não	Não	Não	Sim	-
Lembá	Santa Jenny	Cima da comunidade	Não	Não	Não	Sim	-



Tabela B. 14 – Resultados do inquérito – Secção A.3 (continuação) e A.4

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia								A.4 Água
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Carvão)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Lenha)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Eletricidade)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Petróleo)	A.3 Outro	A.3 Se usa lenha aonde vai recolher	A.3 Distância percorrida para apanhar lenha	A.3 Quem desempenha a Tarefa?	A.4 Distância Habitação/Água (m)?
Mé-Zóchi	Novo Destino	002A	Não	Não	Não	Não	Não	Floresta	100 metros	Homem e Mulher	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	2	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	100 metros	Homem, Mulher e Criança	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	3	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	-	Mulher e Criança	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 & 004C	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	300 metros	Homem, Mulher e Criança	6
Mé-Zóchi	Novo Destino	004A	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	200 metros	Homem	6
Mé-Zóchi	Novo Destino	004B	Não	Sim	Não	Não	Não	Roça	50 metros	Homem, Mulher e Criança	6
Mé-Zóchi	Novo Destino	004D	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	50 metros	Homem, Mulher e Criança	6
Mé-Zóchi	Novo Destino	005	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	250 metros	Mulher e Criança	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	005A	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	100 metros	Mulher	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	005B	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	100 metros	Mulher e Criança	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	006	Não	Sim	Não	Não	Não	Roça, Lote	1 km	Mulher e Criança	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	006B	Não	Não	Não	Não	Não	-	-	-	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	007	Não	Sim	Não	Sim	Não	Lote e Floresta	2 horas	Mulher e Criança	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	007A	Não	Sim	Não	Não	Não	Lote	40 metros	Homem, Mulher e Criança	4

Tabela B. 15 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia								A.4 Água
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Carvão)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Lenha)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Eletricidade)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Petróleo)	A.3 Outro	A.3 Se usa lenha aonde vai recolher	A.3 Distância percorrida para apanhar lenha	A.3 Quem desempenha a Tarefa?	A.4 Distância Habitação/Água (m)?
Mé-Zóchi	Novo Destino	007B	Não	Sim	Não	Sim	Não	Lote e Floresta	2 horas	Mulher e Criança	4
Mé-Zóchi	Novo Destino	013	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	3 horas	Mulher	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Frente)	Não	Não	Não	Não	Não	-	-	-	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Trás)	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	-	-	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	013B	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	1 hora	Homem, Mulher e Criança	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	014A	Não	Sim	Não	Sim	Não	Roça e Floresta	2 horas	Homem e Mulher	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	014B	Não	Sim	Não	Sim	Não	Floresta	2 horas	Mulher e Criança	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	014C	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	20 metros	Homem	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	016A	Não	Sim	Não	Sim	Não	Floresta	-	Homem	3
Mé-Zóchi	Novo Destino	016B	Não	Sim	Não	Não	Não	Lote e Floresta	15 metros	Homem, Mulher e Criança	3
Mé-Zóchi	Novo Destino	019	Não	Sim	Não	Não	Não	Lote e Floresta	30 metros	Mulher e Criança	5
Mé-Zóchi	Novo Destino	020	Não	Sim	Não	Sim	Não	Floresta	< 1 hora	Homem e Criança	5
Mé-Zóchi	Novo Destino	020A	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	1 hora	Mulher e Criança	3
Mé-Zóchi	Novo Destino	020B	Não	Sim	Não	Sim	Não	Floresta	1 hora	Mulher e Criança	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	020C	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	1 hora	Mulher	2

Tabela B. 16 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia								A.4 Água
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Carvão)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Lenha)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Eletricidade)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Petróleo)	A.3 Outro	A.3 Se usa lenha aonde vai recolher	A.3 Distância percorrida para apanhar lenha	A.3 Quem desempenha a Tarefa?	A.4 Distância Habitação/Água (m)?
Mé-Zóchi	Novo Destino	020D	Não	Sim	Não	Não	Não	Floresta	1 hora	Mulher	5
Mé-Zóchi	Novo Destino	023	Não	Sim	Não	Não	Não	Lote	20 metros	Homem e Mulher	5
Mé-Zóchi	Novo Destino	023A	Não	Sim	Não	Sim	Não	Floresta	30 minutos	Mulher e Criança	3
Mé-Zóchi	Novo Destino	023B	Não	Sim	Não	Sim	Não	Roça, Lote	-	Mulher	2
Mé-Zóchi	Novo Destino	023C & 023D	Não	Sim	Não	Sim	Não	Lote	100 metros	Homem, Mulher e Criança	2
Cantagalo	Mendes da Silva	Sem Número	Não	Sim	Não	Sim	-	Lote	1,5 horas	Homem	6
Cantagalo	Mendes da Silva	005m	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta	2 horas	Mulher e Criança	150
Cantagalo	Mendes da Silva	005	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta e Lote	5 horas	Mulher e Criança	60
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A2	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	1 hora	Homem	40
Cantagalo	Mendes da Silva	005k	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	45 minutos	Homem e Mulher	40
Cantagalo	Mendes da Silva	005j	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	30 minutos	Homem	35
Cantagalo	Mendes da Silva	005i	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	2 horas	Mulher	30
Cantagalo	Mendes da Silva	005h	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta e Lote	3 horas	Homem	25
Cantagalo	Mendes da Silva	005g	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	2 horas	Homem, Mulher e Criança	30
Cantagalo	Mendes da Silva	005d	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta		Mulher	35
Cantagalo	Mendes da Silva	005c	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta		Homem	30

Tabela B. 17 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia								A.4 Água
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Carvão)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Lenha)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Eletricidade)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Petróleo)	A.3 Outro	A.3 Se usa lenha aonde vai recolher	A.3 Distância percorrida para apanhar lenha	A.3 Quem desempenha a Tarefa?	A.4 Distância Habitação/Água (m)?
Cantagalo	Mendes da Silva	005a	Não	Sim	Não	Não	-	Lote	1 hora	Homem	80
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A14	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	45 minutos	Homem	30
Cantagalo	Mendes da Silva	002	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	30 minutos	Homem e Criança	10
Cantagalo	Mendes da Silva	002c	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	1 hora	Criança	15
Cantagalo	Mendes da Silva	002f	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	2 horas	Mulher e Criança	6
Cantagalo	Mendes da Silva	002g-h	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	1 hora	Homem	10
Cantagalo	Mendes da Silva	002i	Não	Sim	Não	Não	-	Lote	2 horas	Mulher e Criança	10
Cantagalo	Mendes da Silva	002K	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta		Criança	6
Cantagalo	Mendes da Silva	002j	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	3 horas	Mulher	15
Cantagalo	Mendes da Silva	002l	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	3 horas	Mulher	10
Cantagalo	Mendes da Silva	003	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	3-4 horas	Homem e Mulher	10
Cantagalo	Mendes da Silva	004	Não	Sim	Não	Sim	-	Lote		Mulher e Criança	10
Cantagalo	Mendes da Silva	004a	Não	Sim	Não	Não	-	Lote	1 hora	Homem e Mulher	2
Cantagalo	Mendes da Silva	004	Não	Sim	Não	Não	-	Lote		Homem, Mulher e Criança	30
Cantagalo	Mendes da Silva	004c	Não	Sim	Não	Não	-	Lote		Homem e Mulher	30

Tabela B. 18 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia								A.4 Água
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Carvão)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Lenha)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Eletricidade)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Petróleo)	A.3 Outro	A.3 Se usa lenha aonde vai recolher	A.3 Distância percorrida para apanhar lenha	A.3 Quem desempenha a Tarefa?	A.4 Distância Habitação/Água (m)?
Cantagalo	Mendes da Silva	010	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta		Homem, Mulher e Criança	50
Cantagalo	Mendes da Silva	011	Não	Sim	Não	Sim	-	Lote	2 horas	Mulher e Criança	100
Cantagalo	Mendes da Silva	012	Não	Sim	Não	Não	-	Lote		Criança	100
Cantagalo	Mendes da Silva	???	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta	2 horas	Mulher e Criança	250
Cantagalo	Mendes da Silva	014ce	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	2-5 horas	Mulher e Criança	250
Cantagalo	Mendes da Silva	016	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta	5 horas	Mulher	100
Cantagalo	Mendes da Silva	018	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta		Mulher e Criança	100
Cantagalo	Mendes da Silva	015	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta		Mulher	3
Lembá	Santa Jenny	005A	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	4 horas	Homem e Mulher	15
Lembá	Santa Jenny	005B	Não	Sim	Não	Não	-	Lote	50 minutos	Criança	5
Lembá	Santa Jenny	005C	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	1 hora	Mulher	5
Lembá	Santa Jenny	002B	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	4 horas	Mulher e Criança	30
Lembá	Santa Jenny	002C	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta	2 horas	Homem e Mulher	30
Lembá	Santa Jenny	006	Sim	Sim	Não	Não	-	Floresta	2 horas	Mulher	8
Lembá	Santa Jenny	006A	Não	Sim	Não	Sim	-	Floresta		Homem e Mulher	9

Tabela B. 19 – Resultados do inquérito – Secção A.3 e A.4 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			A.3 Energia								A.4 Água
Distrito	Comunidade	ID da Casa	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Carvão)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Lenha)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Eletricidade)	A.3 Fonte de energia que usa para cozinhar (Petróleo)	A.3 Outro	A.3 Se usa lenha aonde vai recolher	A.3 Distância percorrida para apanhar lenha	A.3 Quem desempenha a Tarefa?	A.4 Distância Habitação/Água (m)?
Lembá	Santa Jenny	006	Não	Sim	Não	Não	-	Lote		Homem	9
Lembá	Santa Jenny	006B	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta		Homem	2
Lembá	Santa Jenny	006d	Não	Sim	Não	Não	-	Lote		Mulher	20
Lembá	Santa Jenny	006B	Não	Sim	Não	Não	-	Lote		Mulher e Criança	15
Lembá	Santa Jenny	003									
Lembá	Santa Jenny	003F	Não	Sim	Não	Não	-	Lote		Mulher e Criança	30
Lembá	Santa Jenny	003	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	1,5 horas	Homem	30
Lembá	Santa Jenny	003a	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	30 minutos	Mulher	30
Lembá	Santa Jenny	004A									
Lembá	Santa Jenny	004a									
Lembá	Santa Jenny	004C	Não	Sim	Não	Não	-	Lote	2,5 horas	Homem, Mulher e Criança	15
Lembá	Santa Jenny	Cima da comunidade	Não	Sim	Não	Não	-	Floresta	15 minutos	Mulher	40

Tabela B. 20 – Resultados do inquérito – Secção B.1

A. 0 _ Dados Gerais			B.1 Resíduos Domésticos					
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.1 N° de Refeições por dia	B.1 Destino Final dos R. Das refeições?	B.1 Família tem Atividade agrícola?	B.1 Se sim	B.1 Quais produtos cultivados	B.1 Destino final dos resíduos agrícolas?
Mé-Zóchi	Novo Destino	002A	2	Floresta	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	002	3	Floresta	Sim	Individual	banana, matabala, couve	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	003	2	Floresta	Sim	Individual	banana, matabala, manga e cajamanga	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 & 004C	3	Floresta	Sim	Individual	milho, matabala, couve, banana	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	004A	3	Floresta	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004B	3	Floresta	Sim	Individual	couve, salsa, cenoura, banana, matabala	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	004D	3	Floresta	Sim	Individual	banana, matabala, café	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	005	3	Floresta	Sim	Individual	banana, matabala, couve, salsa	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	005A	3	Floresta	Sim	Individual	banana, cacau, matabala	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	005B	3	Floresta	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	006	3	Floresta	Sim	Individual	banana, café, matabala, couve	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	006B	Não cozinha	-	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	007	2	Floresta	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	007A	3	Floresta	Sim	Individual	repolho, couve, cenoura, matabala, tomate	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	007B	3	Floresta	Sim	Individual	tomate, couve, cenoura, feijão verde	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	013	2	Alimentação dos animais	Não	-	-	-

Tabela B. 21 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.1 Resíduos Domésticos					
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.1 N° de Refeições por dia	B.1 Destino Final dos R. Das refeições?	B.1 Família tem Atividade agrícola?	B.1 Se sim	B.1 Quais produtos cultivados	B.1 Destino final dos resíduos agrícolas?
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Frente)	Não cozinha	-	Sim	Individual	cenoura, couve, alface	Alimentação dos animais
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Trás)	Não cozinha	-	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	013B	2	Alimentação dos animais	Sim	Individual	matabala, banana, café	Alimentação dos animais
Mé-Zóchi	Novo Destino	014A	3	Floresta	Sim	Individual	milho, couve, cenoura, matabala	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	014B	2	Floresta	Sim	Individual	matabala, couve, banana, feijão, cenoura, milho	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	014C	3	Floresta	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	016A	3	Floresta e Alimentação dos animais	Sim	Individual	cenoura, couve, salsa, feijão verde	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	016B	3	Floresta e Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, matabala	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	019	3	Floresta e Alimentação dos animais	Sim	Individual	cenoura, pimentão, repolho, tomate, banana, matabala	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	020	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	matabala, couve e café	Alimentação dos animais
Mé-Zóchi	Novo Destino	020A	2	Alimentação dos animais	Sim	Individual	matabala, banana, fruta pão, jaca	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	020B	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	cenoura, couve, maqueque e salsa	Alimentação dos animais e Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	020C	3	Alimentação dos animais	Não	-	-	-



Tabela B. 22 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.1 Resíduos Domésticos					
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.1 N° de Refeições por dia	B.1 Destino Final dos R. Das refeições?	B.1 Família tem Atividade agrícola?	B.1 Se sim	B.1 Quais produtos cultivados	B.1 Destino final dos resíduos agrícolas?
Mé-Zóchi	Novo Destino	020D	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	repolho, pimentão, cenoura, couve, salsa	Alimentação dos animais e Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	23	2	Floresta	Sim	Individual	couve, milho, matabala, banana	Queima no campo
Mé-Zóchi	Novo Destino	023A	3	Floresta	Sim	Individual	café, matabala, milho, couve, tomate, banana	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	023B	3	Floresta	Sim	Individual	banana, matabala, cenoura, couve	Floresta
Mé-Zóchi	Novo Destino	023C & 023D	3	Floresta e Alimentação dos animais	Sim	Individual	matabala, couve, repolho, salsa, feijão verde	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	Sem Número	3	Floresta	Sim	Individual	banana, mandioca, matabala, cacau, cenoura, malagueta, repolho, cacau, fruta pão	Estrume
Cantagalo	Mendes da Silva	005m	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, mandioca, matabala	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	5	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	matabala, banana, cacau	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A2	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, cacau	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	005k	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, matabala, cacau	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	005j	3	Alimentação dos animais	Não	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005i	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	cacau, banana, matabala, mandioca, jaca	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	005h	2	Alimentação dos animais	Sim	Individual	cacau, banana, matabala, mandioca, batata	Alimentação dos Animais

Tabela B. 23 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.1 Resíduos Domésticos					
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.1 N° de Refeições por dia	B.1 Destino Final dos R. Das refeições?	B.1 Família tem Atividade agrícola?	B.1 Se sim	B.1 Quais produtos cultivados	B.1 Destino final dos resíduos agrícolas?
Cantagalo	Mendes da Silva	005g	3	Alimentação dos animais	Não	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005d	3	Alimentação dos animais	Não	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005c	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, matabala, cacau	Floresta e Alimentação dos Animais
Cantagalo	Mendes da Silva	005a	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	cacau, banana, matabala, café	Estrume
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A14	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, matabala, cacau	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	2	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, matabala, cacau	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	002c	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, matabala, cacau, mandioca, café	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	002f	3	Floresta	Sim	Individual	banana, cacau, coco	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002g-h	3	Floresta	Sim	Individual	banana, cacau, fruta-pão, jaca, matabala	Queima
Cantagalo	Mendes da Silva	002i	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	cacau, banana, matabala, café	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	002K	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	cacau, banana, café, matabala	Estrume
Cantagalo	Mendes da Silva	002j	3	Floresta	Sim	Individual	cacau, banana, matabala, tempero, mandioca, milho, tomate	Estrume
Cantagalo	Mendes da Silva	002l	3	Floresta	Não	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	3	2	Floresta	Não	-	-	-

Tabela B. 24 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.1 Resíduos Domésticos					
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.1 N° de Refeições por dia	B.1 Destino Final dos R. Das refeições?	B.1 Família tem Atividade agrícola?	B.1 Se sim	B.1 Quais produtos cultivados	B.1 Destino final dos resíduos agrícolas?
Cantagalo	Mendes da Silva	4	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	tomate, banana, matabala, maqueque, cacau	Estrume
Cantagalo	Mendes da Silva	004a	3	Floresta	Sim	Individual	banana, fruta pão, cacau, matabala	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	4	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, matabala, cacau	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	004c	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, matabala, cacau, café	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	10	3	Floresta	Sim	Individual	banana, matabala, cacau, fruta pão,	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	11	3	Floresta	Sim	Individual	cacau, coco, banana	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	12	3	Floresta	Sim	Individual	matabala, fruta-pão, banana	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	???	3	Floresta	Sim	Individual	matabala, banana, cacau	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	014ce	3	Floresta e Alimentação dos animais	Sim	Individual	cacau, café, banana	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	16	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	banana, cacau, fruta-pão, mamão, jaca, matabala	Floresta
Cantagalo	Mendes da Silva	18	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	matabala, cacau, banana	Estrume
Cantagalo	Mendes da Silva	15	3	Floresta	Sim	Individual	banana, mandioca, matabala, cana	Floresta
Lembá	Santa Jenny	005A	2	Floresta	Sim	Individual	Banana, coco	Floresta
Lembá	Santa Jenny	005B	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	Coco, Banana Café	Floresta
Lembá	Santa Jenny	005C	3	Floresta	Sim	Individual	Cacau, Banana, Matabala, Fruta Pão, Jaca	Estrume

Tabela B. 25 – Resultados do inquérito – Secção B.1 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.1 Resíduos Domésticos					
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.1 Nº de Refeições por dia	B.1 Destino Final dos R. Das refeições?	B.1 Família tem Atividade agrícola?	B.1 Se sim	B.1 Quais produtos cultivados	B.1 Destino final dos resíduos agrícolas?
Lembá	Santa Jenny	002B	3	Floresta	Sim	Comunitário	Banana, Fruta Pão, Cacau	Floresta
Lembá	Santa Jenny	002C	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	Banana, Fruta Pão	Floresta
Lembá	Santa Jenny	6	3	Floresta	Não	-	-	-
Lembá	Santa Jenny	006A	3	Floresta	Sim	Individual	Cacau, Banana, Fruta Pão, Matabala	Lote
Lembá	Santa Jenny	6	2	Alimentação dos animais	Sim	Individual	Cacau, Banana, Abacate, Jaca, Cajamanga	Lote
Lembá	Santa Jenny	006B	3	-	Sim	Individual	Cacau, Banana, Matabala, Fruta Pão	Lote
Lembá	Santa Jenny	006d	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	Matabala, Banana, Fruta Pão, Cacau	Estrume
Lembá	Santa Jenny	006B	2	Alimentação dos animais	Sim	Individual	Banana, Cacau, Fruta Pão	Estrume
Lembá	Santa Jenny	3						
Lembá	Santa Jenny	003F	2	Alimentação dos animais	Sim	Individual	Banana, Matabala, Cacau	Floresta e Alimentação dos animais
Lembá	Santa Jenny	3	2	Alimentação dos animais	Sim	Individual	Banana, Matabala, Cacau, Batata, Malagueta, Tomate, Feijão verde	Estrume
Lembá	Santa Jenny	003a	2	Floresta	Não	-	-	-
Lembá	Santa Jenny	004A						
Lembá	Santa Jenny	004a						
Lembá	Santa Jenny	004C	2	Floresta	Sim	Individual	Cacau, Banana, Fruta Pão, Jaca	Floresta
Lembá	Santa Jenny	Cima da comunidade	3	Alimentação dos animais	Sim	Individual	Cacau, Banana, Fruta Pão	Estrume

Tabela B. 26 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Mé-Zóchi	Novo Destino	002A	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	2	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	3	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 & 004C	Sim	Não	0	Sim	5	Sim	6	Não	0	Sim	20 patos	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004A	Sim	Não	0	Sim	1	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004B	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	5	Não	0	Não	0	Não	-	Floresta	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	004D	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	5	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	0	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	005A	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-

Tabela B. 27 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Mé-Zóchi	Novo Destino	005B	Sim	Não	0	Sim	1	Sim	7	Não	0	Não	0	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	6	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	5	Não	0	Sim	7 patos	Sim	Parte do Dia	Junto à pocilga	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	006B	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	7	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	007A	Sim	Não	0	Sim	2	Sim	10	Sim	2	Não	0	Sim	Todo dia	Enterra	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	007B	Sim	Não	0	Sim	3	Sim		Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Junto à pocilga	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	13	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Frente)	Sim	Não	0	Sim	20	Não	0	Sim	10	Não	0	Sim	Todo dia	Estrume	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Trás)	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	013B	Sim	Não	0	Sim	2	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Junto à pocilga	-

Tabela B. 28 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Mé-Zóchi	Novo Destino	014A	Sim	Não	0	Sim	2	Sim	8	Não	0	Sim	10 patos	Sim	Todo dia	Floresta	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	014B	Sim	Não	0	Sim	7	Sim	20	Não	0	Sim	1 pato	Sim	Todo dia	Floresta	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	014C	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	016A	Sim	Não	0	Sim	4	Sim	16	Sim	2	Sim	10 patos	Sim	Parte do Dia	Junto à pocilga	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	016B	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	4	Não	0	Sim	4 patos	Sim	Todo dia	Junto à pocilga	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	19	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	20	Sim	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	020A	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	1 pato	Não	-	-	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	020B	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	3	Não	0	Sim	1 pato	Sim	Todo dia	Junto à pocilga	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	020C	Sim	Não	0	Não	0	Sim	5	Não	0	Não	0	Não	-	-	-

Tabela B. 29 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Mé-Zóchi	Novo Destino	020D	Sim	Não	0	Sim	5	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Parte do Dia	Floresta	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	23	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Junto à pocilga	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	023A	Sim	Não	0	Sim	5	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Junto à pocilga	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	023B	Sim	Não	0	Sim	5	Sim	7	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Junto à pocilga	-
Mé-Zóchi	Novo Destino	023C & 023D	Sim	Não	0	Sim	2	Sim	15	Não	0	Sim	6 patos	Sim	Todo dia	Junto à pocilga	-
Cantagalo	Mendes da Silva	Sem Número	Sim	Não	0	Sim	2	Sim	2	Não	0	Não	0	Sim	Parte do Dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005m	Sim	Não	0	Sim	4	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	5	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	20	Não	0	Sim	3 patos	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A2	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	0	Não	-	Floresta	-



Tabela B. 30 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Cantagalo	Mendes da Silva	005k	Sim	Não	0	Não	0	Sim	10	Não	0	Não	0	Não	-	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005j	Sim	Não	0	Sim	3	Não	0	Sim	5	Sim	5 patos	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005i	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	15	Sim	6	Sim	5 patos	Sim	-	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005h	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	12	Sim	2	Não	0	Sim	-	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005g	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005d	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005c	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	1	Não	0	Sim	Todo dia	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005a	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A14	Sim	Não	0	Sim	2	Sim	2	Não	0	Não	0	Sim	Parte do Dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	2	Sim	Não	0	Sim	6	Sim	6	Sim	5	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-

Tabela B. 31 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Cantagalo	Mendes da Silva	002c	Sim	Não	0	Sim	7	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Parte do Dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002f	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002g-h	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002i	Sim	Não	0	Sim	2	Sim	10	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002K	Sim	Não	0	Sim	6	Sim	4	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002j	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002l	Sim	Não	0	Sim	1	Sim	-	Não	0	Não	0	Não	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	3	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	4	Sim	Não	0	Sim	2	Sim	8	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	004a	Sim	Não	0	Sim	1	Sim	8	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-

Tabela B. 32 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Cantagalo	Mendes da Silva	4	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	4	Não	0	Não	0	Sim	Parte do Dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	004c	Sim	Não	0	Sim	3	Sim	30	Sim	1	Sim	1 pato	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	10	Sim	Não	0	Não	0	Sim	40	Sim	9	Sim	5 patos	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	11	Sim	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	1	Sim	2 patos	Sim	Parte do Dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	12	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	???	Sim	Não	0	Sim	4	Sim	6	Não	0	Sim	2 patos	Sim	Todo dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	014ce	Sim	Não	0	Não	0	Sim	19	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	16	Sim	Não	0	Sim	11	Sim	7	Não	0	Não	0	Sim	Parte do Dia	Floresta	-
Cantagalo	Mendes da Silva	18	Sim	Não	0	Sim	1	Sim	5	Não	0	Não	0	Sim	Parte do Dia	Junto à pocilga	-
Cantagalo	Mendes da Silva	15	Sim	Não	0	Não	0	Sim	10	Não	0	Sim	7 patos	Não	-	-	-

Tabela B. 33 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Lembá	Santa Jenny	005A	Sim	Não	0	Sim	4	Sim	2	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Estrume	-
Lembá	Santa Jenny	005B	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Parte do dia	Floresta	-
Lembá	Santa Jenny	005C	Sim	Não	0	Sim	6	Sim	-	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Lembá	Santa Jenny	002B	Sim	Não	0	Sim	2	Sim	5	Não	0	Não	0	Sim	Parte do dia	Floresta	-
Lembá	Santa Jenny	002C	Sim	Não	0	Sim	2	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Parte do dia	Floresta	-
Lembá	Santa Jenny	6	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Lembá	Santa Jenny	006A	Sim	Não	0	Sim	1	Sim	15	Não	0	Não	0	Não	-	Floresta	-
Lembá	Santa Jenny	6	Sim	Não	0	Sim	5	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Parte do dia	-	-
Lembá	Santa Jenny	006B	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Lembá	Santa Jenny	006d	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-

Tabela B. 34 – Resultados do inquérito – Secção B.2 e B.3 (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.2 Resíduos Animais														B.3 Resíduos na Envolvente
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.2 Tem Animais	B.2 Se sim (Vaca)	B.2 Vacas, quantos?	B.2 Se sim (Porcos)	B.2 Porcos, quantos?	B.2 Se sim (Galinhas)	B.2 Galinha, quantos?	B.2 Se sim (Cabras)	B.2 Cabras, quantos?	B.2 Outros	B.2 Outros, quantos?	B.2 Regime Fechado	B.2 Regime Fechado (Período de dia)?	B.2 Qual o destino final atual dos resíduos de origem animal?	B.3 Outros Resíduos na Envolvente
Lembá	Santa Jenny	006B	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Lembá	Santa Jenny	3															
Lembá	Santa Jenny	003F	Sim	Não	0	Sim	1	Não	0	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Floresta	-
Lembá	Santa Jenny	3	Sim	Não	0	Sim	18	Sim	70	Não	0	Não	0	Sim	Parte do dia	Estrume	-
Lembá	Santa Jenny	003a	Sim	Não	0	Não	0	Sim	3	Não	0	Não	0	Não	-	-	-
Lembá	Santa Jenny	004A															
Lembá	Santa Jenny	004a															
Lembá	Santa Jenny	004C	Não	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	Não	0	-	-	-	-
Lembá	Santa Jenny	Cima da comunidade	Sim	Não	0	Sim	18	Sim	10	Não	0	Não	0	Sim	Todo dia	Estrume	-

Tabela B. 35 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações

A. 0 _ Dados Gerais			B.4 Área Envolvente		C.1 Projeto Bioenergia			C.2 Outros Projetos		D. Observações
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.4 Área P/ Digestor?	B.4 Distância entre cozinha e área livre? (m)	C.1 Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânico, dos Orgânicos	C.1 Usaria para Cozinhar o gás produzido neste processo	C.1 Quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?	C.2 Já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM?	C.2 Se Sim, o que achou?	
Mé-Zóchi	Novo Destino	002A	Sim	25	Não	Sim	Almoço e Jantar	Não	-	Cozinha descoberta, ou seja, não é fechada
Mé-Zóchi	Novo Destino	2	Sim	50	Não	Sim	Após cada refeição	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	3	Sim	2	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 & 004C	Sim	100	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	004A	Sim	50	Não	Sim	Após cada refeição	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	004B	Sim	20	Não	Sim	-	Não	-	Vê como solução essencialmente para tempo de chuva
Mé-Zóchi	Novo Destino	004D	Sim	20	Não	Sim	-	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	5	Sim	50	Não	Sim	Após cada refeição	Não	-	Cozinha junto com vizinha da casa 006
Mé-Zóchi	Novo Destino	005A	Sim	55	Não	Sim	Após cada refeição	Não	-	

Tabela B. 36 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.4 Área Envolvente		C.1 Projeto Bioenergia			C.2 Outros Projetos		D. Observações
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.4 Área P/ Digestor?	B.4 Distância entre cozinha e área livre? (m)	C.1 Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânico, dos Orgânicos	C.1 Usaria para Cozinhar o gás produzido neste processo	C.1 Quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?	C.2 Já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM?	C.2 Se Sim, o que achou?	
Mé-Zóchi	Novo Destino	005B	Sim	50	Não	Sim	Após cada refeição	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	6	Sim	-	Não	Sim	2 horas	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	006B	Sim	-	Não	Sim		Não	-	Mora sozinho e quase não está na comunidade. Trabalha fora.
Mé-Zóchi	Novo Destino	7	Sim	-	Sim	Sim	-	Sim	-	5L petróleo por 60000 STD dá para 3 dias
Mé-Zóchi	Novo Destino	007A	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	007B	Sim	<5	Sim	Sim	-	Não	-	Custo petróleo 12000 STD
Mé-Zóchi	Novo Destino	13	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Frente)	Sim	-	Não	Sim	1hora	Sim	Bom e sustentável	Colaborou no processo de digestão anaeróbia da comunidade   Disposto a colaborar na construção
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Trás)	Sim	-	Não	Sim		Não	-	Senhor idoso   Não se dedica nenhuma atividade   Apoiado por vizinhos
Mé-Zóchi	Novo Destino	013B	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	014A	Sim	-	Sim	Sim	1 hora	Sim	Sem opinião	Paga 15000 STD/L de petróleo e 1L/refeição
Mé-Zóchi	Novo Destino	014B	Sim	-	Sim	Sim	1 hora	Sim	Evidenciou conhecimentos	Paga 15000 STD/L de petróleo e 1L/refeição

Tabela B. 37 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.4 Área Envolvente		C.1 Projeto Bioenergia			C.2 Outros Projetos		D. Observações
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.4 Área P/ Digestor?	B.4 Distância entre cozinha e área livre? (m)	C.1 Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânico, dos Orgânicos	C.1 Usaria para Cozinhar o gás produzido neste processo	C.1 Quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?	C.2 Já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM?	C.2 Se Sim, o que achou?	
Mé-Zóchi	Novo Destino	014C	Sim	-	Não	Sim	-	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	016A	Sim	-	Não	Sim	-	Não	-	A obtenção de lenha é feita com recurso a mota/carro, devido à distancia do Lote.
Mé-Zóchi	Novo Destino	016B	Sim	-	Sim	Sim	Sempre	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	19	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	20	Sim	-	Sim	Sim	1 hora		-	Irmão do Líder   Não tendo animais só conseguiu juntar estrume!!!
Mé-Zóchi	Novo Destino	020A	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	020B	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	020C	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	020D	Sim	-	Sim	Sim	1 hora	Não	-	A residência não é da inquirida. O proprietário encontra-se privado de liberdade.
Mé-Zóchi	Novo Destino	23	Sim	-	Não	Sim	Tempo de ir ao Lote	Não	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	023A	Sim	10	Não	Sim	-	Sim	Sensível	
Mé-Zóchi	Novo Destino	023B	Sim	-	Não	Sim	-	Não	-	



Tabela B. 38 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.4 Área Envolvente		C.1 Projeto Bioenergia			C.2 Outros Projetos		D. Observações
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.4 Área P/ Digestor?	B.4 Distância entre cozinha e área livre? (m)	C.1 Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânicos, dos Orgânicos	C.1 Usaria para Cozinhar o gás produzido neste processo	C.1 Quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?	C.2 Já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM?	C.2 Se Sim, o que achou?	
Mé-Zóchi	Novo Destino	023C & 023D	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	Sem Número	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Sim	Aplicou conhecimentos	Líder da comunidade. Com problemas de saúde.
Cantagalo	Mendes da Silva	005m	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	5	Sim	-	Não	Sim	2 horas	Sim	Não entendeu a ideia	
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A2	Sim	-	Não	Sim	3 vezes ao dia	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	005k	Sim	-	Não	Sim	3 vezes ao dia	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	005j	Sim	-	Não	Sim	3 vezes ao dia	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	005i	Sim	-	Não	Sim	2 horas	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	005h	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	005g	Sim	-	Não	Sim	3 vezes ao dia	Sim	Bom	

Tabela B. 39 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.4 Área Envolvente		C.1 Projeto Bioenergia			C.2 Outros Projetos		D. Observações
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.4 Área P/ Digestor?	B.4 Distância entre cozinha e área livre? (m)	C.1 Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânico, dos Orgânicos	C.1 Usaria para Cozinhar o gás produzido neste processo	C.1 Quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?	C.2 Já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM?	C.2 Se Sim, o que achou?	
Cantagalo	Mendes da Silva	005d	Sim	-	Não	Sim	3 vezes ao dia	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	005c	Sim	-	Não	Sim	-	Sim	Benefícios para saúde	
Cantagalo	Mendes da Silva	005a	Sim	-	Sim	Sim	Sempre	Sim	Benefícios para saúde	
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A14	Sim	-	Não	Sim	3 vezes ao dia	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	2	Sim	-	Sim	Sim	1 hora	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	002c	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	002f	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	002g-h	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	Está nesta casa apenas parte do tempo. Família em Santana
Cantagalo	Mendes da Silva	002i	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	002K	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	

Tabela B. 40 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.4 Área Envolvente		C.1 Projeto Bioenergia			C.2 Outros Projetos		D. Observações
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.4 Área P/ Digestor?	B.4 Distância entre cozinha e área livre? (m)	C.1 Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânico, dos Orgânicos	C.1 Usaria para Cozinhar o gás produzido neste processo	C.1 Quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?	C.2 Já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM?	C.2 Se Sim, o que achou?	
Cantagalo	Mendes da Silva	002j	Sim	-	Sim	Sim	1 hora	Sim	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	002l	Sim	-	Não	Sim	3 horas	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	3	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	4	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	Faz compostagem por iniciativa própria
Cantagalo	Mendes da Silva	004a	Sim	-	Sim	Sim	1 hora	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	4	Sim	-	Não	Sim	3 vezes ao dia	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	004c	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	10	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	Mantém cabras confinadas
Cantagalo	Mendes da Silva	11	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	12	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	

Tabela B. 41 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.4 Área Envolvente		C.1 Projeto Bioenergia			C.2 Outros Projetos		D. Observações
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.4 Área P/ Digestor?	B.4 Distância entre cozinha e área livre? (m)	C.1 Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânico, dos Orgânicos	C.1 Usaria para Cozinhar o gás produzido neste processo	C.1 Quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?	C.2 Já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM?	C.2 Se Sim, o que achou?	
Cantagalo	Mendes da Silva	???	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Sim	Bom	
Cantagalo	Mendes da Silva	014ce	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Sim	Bom	Agricultor selecionado a nível nacional. Produção sustentada.
Cantagalo	Mendes da Silva	16	Sim	-	Sim	Sim	2 horas	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	18	Sim	-	Sim	Sim	Sempre	Não	-	
Cantagalo	Mendes da Silva	15	Sim	-	Não	Sim	1 hora	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	005A	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Sim	Boa ideia	
Lembá	Santa Jenny	005B	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	005C	Sim	-	Não	Sim	< 1 hora	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	002B	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	002C	Sim	-	Não	Sim	2 horas	Não	-	Cozinha feita com troncos de árvores e plásticos
Lembá	Santa Jenny	6	Sim	-	Não	Sim	-	Não	-	Carvoeiro
Lembá	Santa Jenny	006A	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	Cozinha junto com a vizinha da casa 005C
Lembá	Santa Jenny	6	Sim	-	Não	Não	Sempre	Não	-	

Tabela B. 42 – Resultados do inquérito – Secção B.4, C.1, C.2 e Observações (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			B.4 Área Envolvente		C.1 Projeto Bioenergia			C.2 Outros Projetos		D. Observações
Distrito	Comunidade	ID da Casa	B.4 Área P/ Digestor?	B.4 Distância entre cozinha e área livre? (m)	C.1 Faz separação de plásticos e outros resíduos não orgânico, dos Orgânicos	C.1 Usaria para Cozinhar o gás produzido neste processo	C.1 Quanto tempo do dia estaria disposto a dedicar a uma solução deste tipo?	C.2 Já participou em algum projeto de COMPOSTAGEM?	C.2 Se Sim, o que achou?	
Lembá	Santa Jenny	006B	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	006d	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	006B	Sim	-	Não	Sim	-	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	3								
Lembá	Santa Jenny	003F	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	3	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Sim	Muito bom, evita doenças	
Lembá	Santa Jenny	003a	Sim	-	Não	Sim	Sempre	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	004A								Não estavam em casa
Lembá	Santa Jenny	004a								Não estavam em casa
Lembá	Santa Jenny	004C	Sim	-	Não	Sim	-	Não	-	
Lembá	Santa Jenny	Cima da comunidade	Sim	-	Não	Sim	-	Não	-	

Apresentam-se de seguida, os resultados das **Campanhas de Pesagem**.

**Tabela B. 43 – Resultados da campanha de pesagens**

A. 0 _ Dados Gerais			Campanha de Pesagens			
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Qtidade (em Kg)	Tempo (dias)	Produção (kg/dia)	OBS
Mé-Zóchi	Novo Destino	002A				
Mé-Zóchi	Novo Destino	2	34	7	4,9	Restos de orgânicos muito variados
Mé-Zóchi	Novo Destino	3	42	7	6,0	Restos de orgânicos variado, mas incluía casca de cacau
Mé-Zóchi	Novo Destino	004 & 004C	34	7	4,9	Essencialmente estrume de porco
Mé-Zóchi	Novo Destino	004A	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	004B	32	7	4,6	Só banana e casca banana
Mé-Zóchi	Novo Destino	004D	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	5	22	7	3,1	casca banana e restos de comida
Mé-Zóchi	Novo Destino	005A	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	005B	15	7	2,1	só casca banana
Mé-Zóchi	Novo Destino	6	46	7	6,6	Casca matabala, capim, estrume porco, casca jaca
Mé-Zóchi	Novo Destino	006B	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	7	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	007A	27	7	3,9	Folha de pimentela
Mé-Zóchi	Novo Destino	007B	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	13	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Frente)	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	013A (Trás)	-	-	-	

Tabela B. 44 – Resultados da campanha de pesagens (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			Campanha de Pesagens			
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Qtidade (em Kg)	Tempo (dias)	Produção (kg/dia)	OBS
Mé-Zóchi	Novo Destino	013B	15	7	2,1	Casca banana, matabala inteira, resto de comida
Mé-Zóchi	Novo Destino	014A	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	014B	8	7	1,1	casca banana, jaca, folha matabala
Mé-Zóchi	Novo Destino	014C	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	016A	17	7	2,4	Casca banana, matabala e jaca
Mé-Zóchi	Novo Destino	016B	50	7	7,1	Essencialmente estrume de porco
Mé-Zóchi	Novo Destino	19	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	20	39	8	4,9	Estrume
Mé-Zóchi	Novo Destino	020A	26	7	3,7	Folha de pimpinela, casca de banana e jaca
Mé-Zóchi	Novo Destino	020B	38	7	5,4	jaca mole, estrume porco
Mé-Zóchi	Novo Destino	020C	38	7	5,4	Capim, feijão verde, matabala
Mé-Zóchi	Novo Destino	020D	50	7	7,1	casca jaca, estrume de porco essencialmente
Mé-Zóchi	Novo Destino	23	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	023A	39	7	5,6	Resto feijão verde, casca de banana e jaca
Mé-Zóchi	Novo Destino	023B	-	-	-	
Mé-Zóchi	Novo Destino	023C & 023D	25	7	3,6	Banana e feijão verde
Cantagalo	Mendes da Silva	Sem Número	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005m	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	5	36	6	6,0	fezes de galinha, cascas de banana, matabala, mandioca, fruta-pão, abacaxi e banana madura
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A2	-	-	-	-

Tabela B. 45 – Resultados da campanha de pesagens (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			Campanha de Pesagens			
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Qtidade (em Kg)	Tempo (dias)	Produção (kg/dia)	OBS
Cantagalo	Mendes da Silva	005k	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005j	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005i	50	7	7,1	cascas de banana, figos de porco, fezes de porco e cabra
Cantagalo	Mendes da Silva	005h	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005g	52	8	6,5	cascas de fruta-pão, mamão, banana madura e figos, fezes de porco e cabra
Cantagalo	Mendes da Silva	005d	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	005c	58	7	8,3	cascas de fruta-pão, jaca, fruta e sape-sape, fezes de porco, cabra e galinha
Cantagalo	Mendes da Silva	005a	52	7	7,4	cascas de banana, mamão e abacate, fezes de porco, galinha e cabra
Cantagalo	Mendes da Silva	005-A14	50	5	10,0	cascas de banana e abacate, banana madura, fezes de porco e cabra
Cantagalo	Mendes da Silva	2	36	7	5,1	cascas de banana, fruta-pão, jaca e fezes de cabra
Cantagalo	Mendes da Silva	002c	34	7	4,9	cascas de banana, fruta-pão, abobora, cenoura e fezes de galinha
Cantagalo	Mendes da Silva	002f	50	7	7,1	cascas de banana, fruta-pão, banana e fruta-pão e fezes de porco e cabra
Cantagalo	Mendes da Silva	002g-h	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002i	38	7	5,4	cascas de banana, jaca, figos e fezes de galinha e porco
Cantagalo	Mendes da Silva	002K	50	5	10	fezes de porco, cabra e galinha, figos, casca de banana



Tabela B. 46 – Resultados da campanha de pesagens (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			Campanha de Pesagens			
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Qtidade (em Kg)	Tempo (dias)	Produção (kg/dia)	OBS
Cantagalo	Mendes da Silva	002j	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	002l	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	3	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	4	46	7	6,6	cascas de fruta-pão, abacate, banana INTEIRA e fezes de porco
Cantagalo	Mendes da Silva	004a	50	8	6,3	cascas de fruta-pão, lima e fezes de porco
Cantagalo	Mendes da Silva	4	50	6	8,3	cascas de banana, abobora e fruta-pão, banana, figos, fezes de porco
Cantagalo	Mendes da Silva	004c	0	0	0	<b>Recebeu saco, mas não acondicionou os resíduos</b>
Cantagalo	Mendes da Silva	10	50	5	10,0	fezes de porco, cabra e galinha, figos, casca de banana e fruta-pão
Cantagalo	Mendes da Silva	11	36	6	6,0	fezes de porco, galinha e cabra, cascas de banana e fruta-pão, banana madura
Cantagalo	Mendes da Silva	12	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	???	40	6	6,7	cascas de banana, jaca, fruta-pão e restos de vegetais
Cantagalo	Mendes da Silva	014ce	62	8	7,8	cascas de fruta-pão, banana, sape-sape, matabala, banana madura
Cantagalo	Mendes da Silva	16	-	-	-	-
Cantagalo	Mendes da Silva	18	50	6,5	7,7	fezes de cabra e galinha, cascas de banana, fruta-pão e banana madura
Cantagalo	Mendes da Silva	15	-	-	-	-

Tabela B. 47– Resultados da campanha de pesagens (continuação)

A. 0 _ Dados Gerais			Campanha de Pesagens			
Distrito	Comunidade	ID da Casa	Qtidade (em Kg)	Tempo (dias)	Produção (kg/dia)	OBS
Lembá	Santa Jenny	005A	19	6	3,2	Cascas banana, jaca e chorume galinha c/ muita terra
Lembá	Santa Jenny	005B	13	6	2,2	Cascas de banana, jaca e matabala
Lembá	Santa Jenny	005C	15	3	5,0	Cascas de banana e jaca
Lembá	Santa Jenny	002B		-	-	
Lembá	Santa Jenny	002C	26	6	4,3	Cascas de banana, jaca e chorume de porco
Lembá	Santa Jenny	6		-	-	-
Lembá	Santa Jenny	006A				
Lembá	Santa Jenny	6		-	-	-
Lembá	Santa Jenny	006B		-	-	-
Lembá	Santa Jenny	006d	15	6	2,5	Cascas de abóbora, banana, jaca, matabala e fruta-pão
Lembá	Santa Jenny	006B	24	5	4,8	Cascas de banana, matabala, jaca, fruta-pão, chorume de porco e cabra
Lembá	Santa Jenny	3				
Lembá	Santa Jenny	003F	20	6	3,3	Cascas de fruta-pão, matabala e fezes de porco
Lembá	Santa Jenny	3	50	5	10,0	Cascas de banana, matabala, jaca, chorume de porco e galinha
Lembá	Santa Jenny	003a		-	-	
Lembá	Santa Jenny	004A				
Lembá	Santa Jenny	004a				
Lembá	Santa Jenny	004C	26	6	4,3	Cascas banana, pimentela e abacate, chorume galinha e porco
Lembá	Santa Jenny	Cima da comunidade				

Para efeitos de contabilização das emissões de GEE e dos indicadores de adaptação às alterações climáticas, decorreu a necessidade de realização de um questionário extra, em particular às famílias abrangidas pelo projeto-piloto, criado pela autora da presente dissertação. Este apresenta-se de seguida.

## **A. INFORMAÇÃO GERAL**

*(o objetivo deste tópico é obter informação extra sobre cada agregado familiar para efeitos de avaliação futura de eficiência do projeto)*

### **A.0. Dados Gerais**

» ID da casa:

» Nome:

### **A.1 Energia**

» **Se usa LENHA**, indicar

Qual a quantidade de lenha (kg) que utiliza por refeição?

\_\_\_\_\_

De quanto em quanto tempo necessita de recolher lenha? \_\_\_\_\_

Armazena lenha? ☐ Sim ☐ Não

Se sim, o local é abrigado? ☐ Sim ☐ Não

Normalmente a lenha que usa está seca? \_\_\_\_\_

### **A.2 Saúde e Educação**

» Número de Pessoas que frequenta estabelecimento escolar a tempo inteiro: \_\_\_\_

Por género: \_\_\_\_ Feminino \_\_\_\_ Masculino

» Quantas pessoas da família já sofreram ou sofrem de:

Malária \_\_\_\_ Com que frequência? \_\_\_\_\_

Dengue \_\_\_\_ Com que frequência? \_\_\_\_\_

Hepatite A \_\_\_\_ Com que frequência? \_\_\_\_\_

Febre Tifóide \_\_\_\_ Com que frequência? \_\_\_\_\_

Diarreia \_\_\_\_ Com que frequência? \_\_\_\_\_

## **B. VULNERABILIDADE ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

*(com este ponto pretende-se obter um conjunto de informações qualitativas quanto à vulnerabilidade atual e capacidade de adaptação às alterações climáticas dos agregados familiares)*

### **B.1. Vulnerabilidade Atual**

**Pense na resposta que pretende dar a cada pergunta e de seguida classifique-a de acordo com a escala fazendo um círculo em volta da mesma.**

» O que acontece quando não têm lenha para cozinhar? Como é que isso afeta a sua família?

1 - Muito mau 2 - Mau 3 - Moderado 4 - Bom 5 - Muito Bom

Razões para a sua pontuação:

---

---

O que fazer para melhorar esta pontuação?

---

---

### **B.2. Vulnerabilidade perante futuros riscos**

» O que aconteceria se mais frequentemente não tivessem lenha para cozinhar? Como é que isso afetaria a sua família?

1 - Muito mau 2 - Mau 3 - Moderado 4 - Bom 5 - Muito Bom

Razões para a sua pontuação

---

---

O que fazer para melhorar esta pontuação?

---

---

### **B.3. Estratégias de adaptação**

» O que vos impede de utilizar menos lenha? Que outras alternativas tem a sua família se não a puder utilizar?

1 - Muito mau (não existem alternativas viáveis) 2 - Mau 3 - Moderado 4 - Bom  
5 - Muito Bom (há vantagens em não utilizar lenha, temos outras alternativas)

## **B. VULNERABILIDADE ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

*(com este ponto pretende-se obter um conjunto de informações qualitativas quanto à vulnerabilidade atual e capacidade de adaptação às alterações climáticas dos agregados familiares)*

Razões para a sua pontuação

---

---

O que fazer para melhorar esta pontuação?

---

---

### **B.4. Continuação do processo de adaptação**

» Classifique a sua confiança: a utilização do biogás vai continuar depois do projeto terminar.

1 - Muito mau 2 - Mau 3 - Moderado 4 - Bom 5 - Muito Bom

Razões para a sua pontuação

---

---

O que fazer para melhorar esta pontuação?

---

---

Apresentam-se de seguida os resultados obtidos para este inquérito, nas Tabelas B.48 a B.53. Recorda-se, que a parte B do mesmo foi novamente questionada num segundo momento do projeto.

Tabela B. 48 – Resultados do questionário extra – utilização de lenha e educação

Identificação		Utilização de lenha			Educação					
Local	ID	Usa lenha?	kg por recolha	Frequência de recolha	Armazena?	Local de armazenamento	Estado da lenha	Nº de pessoas que frequenta a escola a tempo inteiro	Feminino	Masculino
Novo Destino	004 & 004C	Sim	30	3 em 3 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	3	2	1
	004B	Sim	30	3 em 3 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	3	2	1
	020	Sim	20	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	0	0	0
	020A	Sim	20	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	0	0	0
	020B	Sim	20	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	1	0	1
	020C	Sim	20	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	2	1	1
	020D	Sim	20	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	2	2	0
Mendes da Silva	005	Sim	20	3 em 3 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	1	0	1
	005i	Sim	30	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	3	1	2
	005h	Sim	20	3 em 3 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	0	0	0
	002	Sim	30	3 em 3 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	2	2	0
	002c	Sim	2	Depende da criança	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	0	0	0
	002f	Sim	30	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	2	1	1
Santa Jenny	005A	Sim	10	1,5 em 1,5 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	0	0	0
	003	-	-	-	-	-	-			
	003	Sim	15	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	0	0	0
	Cima da comunidade	Sim	15	2 em 2 dias	sim	cozinha, abrigado	prefere seca	1	0	1

Tabela B. 49 – Resultados do questionário extra - saúde

Identificação		Saúde									
Local	ID	Quantas pessoas do seu AF já tiveram Malária?	Frequência	Dengue?	Frequência	Hepatite A?	Frequência	Febre Tifoide?	Frequência	Diarreia?	Frequência
Novo Destino	004 & 004C	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2
	004B	0	0	0	0	0	0	1	1	6	frequente
	020	0	0	0	0	0	0	0	0	2	frequente
	020A	1	1	0	0	0	0	1	1	2	frequente
	020B	0	0	0	0	0	0	0	0	4	frequente
	020C	0	0	0	0	0	0	2	1	4	frequente
	020D	1	1	0	0	0	0	0	0	5	frequente
Mendes da Silva	005	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	005i	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2
	005h	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
	002	1	1	0	0	0	0	0	0	3	1
	002c	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
	002f	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Santa Jenny	005A	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
	003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cima da comunidade	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3

Tabela B. 50 – Resultados do questionário extra – avaliação da vulnerabilidade

Identificação		Questionário inicial			Questionário intermédio		
		Pergunta 1			Pergunta 1		
Local	ID	Pontuação	Razões da pontuação	Como a melhorar	Pontuação	Razões da pontuação	Como a melhorar
Novo Destino	004 & 004C	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo
	004B	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão petróleo e biogás
	020	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	020 a	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	020B	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	020C	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	020D	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
Mendes da Silva	005	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo
	005i	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão petróleo e biogás
	005h	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	002	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	002c	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	002f	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
Santa Jenny	005a	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	003	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	003	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	Cima da comunidade	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás



Tabela B. 51 – Resultados do questionário extra – avaliação da vulnerabilidade (continuação)

Identificação		Questionário inicial			Questionário intermédio		
		Pergunta 2			Pergunta 2		
Local	ID	Pontuação	Razões da pontuação	Como a melhorar	Pontuação	Razões da pontuação	Como a melhorar
Novo Destino	004 & 004C	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo
	004B	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão petróleo e biogás
	020	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	020 a	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	020B	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	020C	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	020D	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
Mendes da Silva	005	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo
	005i	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão petróleo e biogás
	005h	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	002	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	002c	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	002f	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
Santa Jenny	005 a	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	003	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	003	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	Cima da comunidade	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás

Tabela B. 52 – Resultados do questionário extra – avaliação da vulnerabilidade (continuação)

		Questionário inicial			Questionário intermédio		
Identificação		Pergunta 3			Pergunta 3		
Local	ID	Pontuação	Razões da pontuação	Como a melhorar	Pontuação	Razões da pontuação	Como a melhorar
Novo Destino	004 & 004C	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo
	004B	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão petróleo e biogás
	020	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	020 a	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	020B	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	020C	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	020D	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
Mendes da Silva	005	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão petróleo
	005i	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão petróleo e biogás
	005h	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	002	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	002c	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
	002f	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	1	Não tem como cozinhar	Fogão a petróleo
Santa Jenny	005 a	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	003	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	003	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás
	Cima da comunidade	1	Elevado custo do petróleo	Alternativa à lenha e petróleo	2	Difícil cozinhar	Fogão a petróleo e biogás

Tabela B. 53 – Resultados do questionário extra – avaliação da vulnerabilidade (continuação)

		Questionário inicial			Questionário intermédio		
Identificação		Pergunta 4			Pergunta 4		
Local	ID	Pontuação	Razões da pontuação	Como a melhorar	Pontuação	Razões da pontuação	Como a melhorar
Novo Destino	004 & 004C	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	004B	3	Trabalho para colocar resíduos	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	020	3	Trabalho para colocar resíduos	Não sabe / Não responde	3	Trabalho para colocar resíduos	Não sabe / Não responde
	020 a	3	Trabalho para colocar resíduos	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	020B	3	Gás é perigoso	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	020C	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	020D	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
Mendes da Silva	005	3	Gás é perigoso	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	005i	3	Gás é perigoso	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	005h	3	Gás é perigoso	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	002	3	Gás é perigoso	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	002c	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	002f	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
Santa Jenny	005 a	3	Trabalho para colocar resíduos	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	003	3	Trabalho para colocar resíduos	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	003	3	Trabalho para colocar resíduos	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde
	Cima da comunidade	3	Gás é perigoso	Não sabe / Não responde	4	Ajuda adicional e fácil	Não sabe / Não responde

## ANEXO C

### PRINCIPAIS EQUAÇÕES UTILIZADAS E TABELAS-GUIA DO IPCC

#### 1. EXPLICITAÇÃO DOS CÁLCULOS – SETOR DE ENERGIA

##### Situação Inicial

Com base nos dados disponíveis nas tabelas B.20 a B.25, no pressuposto de que o querosene possui a densidade indicada nos pressupostos, e que durante 243 dias por ano as famílias utilizam 1 L de petróleo por refeição, determinou-se a quantidade total de petróleo consumida anualmente, por comunidade. Depois, aplicou-se a metodologia do IPCC segundo as suas tabelas-guia. Para o setor de energia, emissões resultantes da utilização de combustíveis líquidos, obtiveram-se os valores que se apresentam na Tabela C.1.

Tabela C. 1 - Emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, utilização de combustíveis líquidos (antes da implementação do projeto)

	Sector	Energy								
	Category	Fuel combustion activities								
	Category Code	1A								
	Sheet	1 of 4 (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
		Energy consumption			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
		Consumption	Conversion Factor <sup>(b)</sup>	Consumption	CO <sub>2</sub> Emission Factor	CO <sub>2</sub> Emissions	CH <sub>4</sub> Emission Factor	CH <sub>4</sub> Emissions	N <sub>2</sub> O Emission Factor	N <sub>2</sub> O Emissions
		(Mass, Volume or Energy unit)	(TJ/unit)	(TJ)	(kg CO <sub>2</sub> /TJ)	(Gg CO <sub>2</sub> )	(kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(Gg CH <sub>4</sub> )	(kg N <sub>2</sub> O /TJ)	(Gg N <sub>2</sub> O)
				C=A*B		E=C*D/10 <sup>6</sup>		G=C*F/10 <sup>6</sup>		I=C*H/10 <sup>6</sup>
		Liquid fuels								
Mendes da Silva	Other Kerosene	7,78	3,77E-02	2,93E-01	71900	2,11E-02	10	2,93E-06	0,6	1,76E-07
Novo Destino		6,80	3,77E-02	2,56E-01	71900	1,84E-02	10	2,56E-06	0,6	1,54E-07
Santa Jenny		1,46	3,77E-02	5,49E-02	71900	3,95E-03	10	5,49E-07	0,6	3,30E-08
					Total	4,34E-02	Total	6,04E-06	Total	3,63E-07

Com base nos dados disponíveis na tabela B.48 (e, assumindo que para as famílias para as quais não se obteve informação, a quantidade de lenha utilizada é igual à média da registrada para as famílias abrangidas pelo projeto) e no pressuposto de que a lenha é utilizada durante todo o ano, determinou-se a quantidade total de lenha consumida anualmente, por comunidade. Depois, aplicou-se a metodologia do IPCC segundo as suas tabelas-guia. Para o setor de energia, emissões resultantes da utilização de combustíveis com base na biomassa, obtiveram-se os valores que se apresentam na Tabela C.2.

**Tabela C. 2 - Emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, utilização de combustíveis com base na biomassa (antes da implementação do projeto)**

	Sector	Energy								
	Category	Fuel combustion activities								
	Category Code	1A								
	Sheet	4 of 4 (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O from fuel combustion by source categories – Tier 1)								
		Energy consumption			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		A  Consumption  (Mass, Volume or Energy unit)	B  Conversion Factor  (TJ/unit)	C  Consumption  (TJ)	D  CO <sub>2</sub> Emission Factor  (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	E  CO <sub>2</sub> Emissions  (Gg CO <sub>2</sub> )	F  CH <sub>4</sub> Emission Factor  (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	G  CH <sub>4</sub> Emissions  (Gg CH <sub>4</sub> )	H  N <sub>2</sub> O Emission Factor  (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	I  N <sub>2</sub> O Emissions  (Gg N <sub>2</sub> O)
				C=A*B		E=C*D/10 <sup>6</sup>		G=C*F/10 <sup>6</sup>		I=C*H/10 <sup>6</sup>
		Biomass			Information Items					
Mendes da Silva	Wood / Wood Waste	138051	1,56E-05	2,15	112000	2,41E-01	300	6,46E-04	4	8,61E-06
Novo Destino		107675	1,56E-05	1,68	112000	1,88E-01	300	5,04E-04	4	6,72E-06
Santa Jenny		47551	1,56E-05	0,74	112000	8,31E-02	300	2,23E-04	4	2,97E-06
					Total	5,12E-01	Total	1,37E-03	Total	1,83E-05

## Situação Final

Na situação final, para os combustíveis líquidos, neste caso apenas o querosene, os cálculos foram realizados da forma previamente descrita, contudo considerando nulo o consumo anual deste combustível por parte das famílias abrangidas pelo projeto. Aplicando a metodologia do IPCC e utilizando as tabelas-guia, obtiveram-se os resultados presentes na Tabela C.3.

**Tabela C. 3 - Emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, utilização de combustíveis líquidos (depois da implementação do projeto)**

Sector	Energy									
Category	Fuel combustion activities									
Category Code	1A									
Sheet	1 of 4 (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O from fuel combustion by source categories – Tier 1)									
	Energy consumption			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		
	A Consumption (Mass, Volume or Energy unit)	B Conversion Factor <sup>(b)</sup> (TJ/unit)	C Consumption (TJ)	D CO <sub>2</sub> Emission Factor (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	E CO <sub>2</sub> Emissions (Gg CO <sub>2</sub> )	F CH <sub>4</sub> Emission Factor (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	G CH <sub>4</sub> Emissions (Gg CH <sub>4</sub> )	H N <sub>2</sub> O Emission Factor (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	I N <sub>2</sub> O Emissions (Gg N <sub>2</sub> O)	
			<b>C=A*B</b>		<b>E=C*D/10<sup>6</sup></b>		<b>G=C*F/10<sup>6</sup></b>		<b>I=C*H/10<sup>6</sup></b>	
Liquid fuels										
Mendes da Silva	Other Kerosene	6,56	3,77E-02	2,47E-01	71900	1,78E-02	10	2,47E-06	0,6	1,48E-07
Novo Destino		5,35	3,77E-02	2,01E-01	71900	1,45E-02	10	2,01E-06	0,6	1,21E-07
Santa Jenny		1,46	3,77E-02	5,49E-02	71900	3,95E-03	10	5,49E-07	0,6	3,30E-08
				<b>Total</b>	<b>3,62E-02</b>	<b>Total</b>	<b>5,03E-06</b>	<b>Total</b>	<b>3,02E-07</b>	

De igual forma, no que se refere às emissões resultantes da combustão de lenha, os cálculos foram realizados da forma previamente descrita, contudo considerando nulo o consumo anual deste combustível por parte das famílias abrangidas pelo projeto. Aplicando a metodologia do IPCC e utilizando as tabelas-guia, obtiveram-se os resultados presentes na Tabela C.4.

Na situação após implementação do projeto existe também consumo de biogás que deve ser contabilizado. O biogás potencialmente gerado foi determinado tendo por base a equação:

$$Biogás (m^3) = \sum_i^n [Massa\ a\ enviar\ para\ o\ digestor_i (kg) \times \% Matéria\ seca_i \times \% Sólidos\ Voláteis\ na\ Matéria\ seca_i \times Produção\ de\ biogás_i (m^3/kg\ matéria\ seca)]$$

A designação “i” representa o substrato em causa.

A massa por tipo de substrato a enviar para o digestor foi calculada tendo por base os resíduos totais que a população se disponibilizou a enviar para o digestor, e a capacidade de cada digestor. Ainda, na consideração de que não tendo de recolher a quantidade total que se demonstraram dispostos a recolher, a população optaria por recolher resíduos alimentares ao invés de estrume. De seguida apresenta-se um exemplo deste cálculo, no caso para Mendes da Silva:

- **Capitação:** 1,88 kg/hab/dia
- **Habitantes:** 147
- **Capacidade de processamento do digestor:** 220 kg/dia
- **Resíduos que a população se disponibilizou a recolher na campanha de pesagens:**  $1,88 \times 147 = 276,57\ kg/dia$
- **Dos quais 50%, são fruta:**  $Massa\ de\ fruta = 276,57 \times 0,5 = 138,18\ kg/dia$
- **Ou seja, para cumprir com a quantidade diária que deve ser enviada para o digestor, a população necessidade de recolher:**  $Massa\ de\ fruta = 220 - 138,18 = 81,82\ kg\ estrume/dia$

Tem-se assim, a massa a enviar para o digestor, por tipo de substrato.

Relativamente aos valores de % de Matéria seca, % Sólidos Voláteis na Matéria Seca, consideraram-se os valores médios; para a Produção de Biogás, o valor máximo, segundo o relatório realizado por Al Seadi em 2001, para a Agência Internacional de Energia – *Good practice in quality management of AD residues from biogas production* (Al Seadi, T, 2001).

Tabela C. 4 - Emissões de GEE por comunidade, para o setor de Energia, utilização de combustíveis com base na biomassa (depois da implementação do projeto).

Sector	Energy									
Category	Fuel combustion activities									
Category Code	1A									
Sheet	4 of 4 (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> and N <sub>2</sub> O from fuel combustion by source categories – Tier 1)									
	Energy consumption			CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		
	A Consumption (Mass, Volume or Energy unit)	B Conversion Factor (TJ/unit)	C Consumption (TJ)	D CO <sub>2</sub> Emission Factor (kg CO <sub>2</sub> /TJ)	E CO <sub>2</sub> Emissions (Gg CO <sub>2</sub> )	F CH <sub>4</sub> Emission Factor (kg CH <sub>4</sub> /TJ)	G CH <sub>4</sub> Emissions (Gg CH <sub>4</sub> )	H N <sub>2</sub> O Emission Factor (kg N <sub>2</sub> O /TJ)	I N <sub>2</sub> O Emissions (Gg N <sub>2</sub> O)	
			C=A*B		E=C*D/10 <sup>6</sup>		G=C*F/10 <sup>6</sup>		I=C*H/10 <sup>6</sup>	
	Biomass			Information Items						
Mendes da Silva	Wood / Wood Waste	114448	1,56E-05	1,79	112000	2,00E-01	300	5,36E-04	4	7,14E-06
Novo Destino		82125	1,56E-05	1,28	112000	1,43E-01	300	3,84E-04	4	5,12E-06
Santa Jenny		39643	1,56E-05	0,62	112000	6,93E-02	300	1,86E-04	4	2,47E-06
Mendes da Silva	Sludge Gas	3942	5,13E-05	0,20	54600	1,10E-02	5	1,01E-06	0,1	2,02E-08
Novo Destino		1643	5,13E-05	0,08	54600	4,60E-03	5	4,21E-07	0,1	8,43E-09
Santa Jenny		1862	5,13E-05	0,10	54600	5,22E-03	5	4,78E-07	0,1	9,55E-09
				Total	4,34E-01	Total	1,11E-03	Total	1,48E-05	

## 2. EXPLICITAÇÃO DOS CÁLCULOS – SETOR DE AGRICULTURA, FLORESTA E OUTROS USOS DO SOLO

### Situação Inicial

A quantidade anual consumida de lenha, em massa, foi determinada como no setor prévio. Tendo por base o pressuposto de que as árvores *Erythrina vogeli* e *Fumtunia latifolia* são representativas da floresta local, utilizou-se a média das suas densidades, disponíveis nos documentos da metodologia do IPCC,



para determinar o consumo de lenha anual, em unidades de volume. Depois, aplicou-se a metodologia do IPCC segundo as suas tabelas-guia. Para o setor de AFOUS, perda de carbono anual devido à remoção de lenha, obtiveram-se os valores que se apresentam na Tabela C.5.

**Tabela C. 5 – Perda anual de carbono devido à remoção de lenha, por comunidade (antes da implementação do projeto)**

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use							
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Loss of carbon from fuelwood removals							
Category code		3B1a							
Sheet		3 of 4							
Equation		Equation 2.2	Equation 2.13						
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual volume of fuelwood removal of whole trees	Biomass conversion and expansion factor for conversion of removals in merchantable volume to biomass removals (including bark)	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Annual volume of fuelwood removal as tree parts	Basic wood density	Carbon fraction of dry matter	Annual carbon loss due to fuelwood removal
Initial land use	Land use during reporting year		(m³ yr <sup>-1</sup> )	[tonnes of biomass removals (m³ of removals) <sup>-1</sup> ]	[tonnes bg dm (tonne ag dm) <sup>-1</sup> ]	(m³ yr <sup>-1</sup> )	tonnes m <sup>-3</sup>	[tonnes C (tonne dm) <sup>-1</sup> ]	(tonnes C yr <sup>-1</sup> )
			FAO statistics	Table 4.5	zero (0) or Table 4.4	FAO statistics	Tables 4.13 and 4.14	0.5 or Table 4.3	$L_{\text{fuelwood}} = [FG_{\text{trees}} * BCEF_R * (1+R) + FG_{\text{part}} * D] * CF$
			FG <sub>trees</sub>	BCEF <sub>R</sub>	R	FG <sub>part</sub>	D	CF	L <sub>fuelwood</sub>
FL	FL	Tropical	-	-	-	394	0,35	0,49	67,6
			-	-	-	308			52,8
			-	-	-	136			23,3
Total									143,7

Passando ao estrume, em primeiro lugar determinou-se, recorrendo às tabelas B.26 a B.34, o número de animais cujo estrume se encontrava sujeito aos diferentes tipos de gestão, referidos nos pressupostos. A contagem permitiu chegar aos valores que se apresentam na Tabela C.6.

**Tabela C. 6 – Número e tipo de animais sujeitos aos diferentes tipos de gestão de estrume, por comunidade**

		<b>Vacas</b>	<b>Porcos</b>	<b>Galinhas</b>	<b>Cabras</b>	<b>Patos</b>
<b>Mendes da Silva</b>	<i>Solid Storage</i>	0	68	189	29	23
	<i>Pasture/Range/Paddock</i>	0	2	29	1	7
	<i>Daily Spread</i>	0	0	0	0	0
<b>Novo Destino</b>	<i>Solid Storage</i>	0	49	83	2	39
	<i>Pasture/Range/Paddock</i>	0	8	19	0	21
	<i>Daily Spread</i>	0	22	10	12	0
<b>Santa Jenny</b>	<i>Solid Storage</i>	0	14	20	0	0
	<i>Pasture/Range/Paddock</i>	0	5	3	0	0
	<i>Daily Spread</i>	0	58	92	0	0

Relembra-se que a deposição destes resíduos na floresta (*Solid Storage*), e o armazenamento até aplicação (*Daily Spread*) correspondem a um tipo de gestão de estrume; enquanto que o não tratamento (*Pasture/Range/Paddock*), e a aplicação como fertilizante (*Daily Spread*) consistem em gestão de solos. Começando pela gestão de estrume.

O armazenamento até ao espalhamento diário, segundo o IPCC, não resulta em emissões significativas (o fator de emissão é nulo) pois trata-se de um breve armazenamento. Portanto, na gestão de estrume analisaremos apenas a deposição na floresta, ou *Solid Storage*. O número de animais a considerar é somente, o correspondente à primeira linha de cada comunidade da tabela C.6. O peso dos animais, foi obtido tal como explicitado nos pressupostos correspondentes. Depois, aplicou-se a metodologia do IPCC segundo as suas tabelas-guia. Para o setor de AFOUS, emissões de N<sub>2</sub>O associadas à gestão de estrume, obtiveram-se os valores que se apresentam na Tabela C.7.

Este tipo de gestão de estrume resulta também na emissão de metano. Neste caso, o IPCC possui fatores de emissão por animal, sendo apenas necessário aplicá-los ao número de animais em causa – os da primeira linha de cada comunidade, na tabela C.6. Os resultados obtidos apresentam-se na Tabela C.8.

Tabela C. 7 - Inventário de emissões de N<sub>2</sub>O direto por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, categoria de gestão de estrume (antes da implementação do projeto)

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use								
Category		Manure Management: Direct N <sub>2</sub> O Emissions from Manure Management Systems								
Category code		3A2								
Sheet		1 of 1								
Equation		Eq. 10.25	Equation 10.30			Equation 10.25				
Manure Management System (MMS) <sup>1</sup>	Species/Livestock category	Number of animals	Default N excretion rate	Typical animal mass for livestock category	Annual N excretion per head of species/livestock category <sup>3</sup>	Fraction of total annual nitrogen excretion managed in MMS for each species/livestock category	Total nitrogen excretion for the MMS <sup>4</sup>	Emission factor for direct N <sub>2</sub> O-N emissions from MMS	Annual direct N <sub>2</sub> O emissions from Manure Management	
		(head)	[kg N (1000 kg animal) <sup>-1</sup> day <sup>-1</sup> ]	(kg)	(kg N animal <sup>-1</sup> year <sup>1</sup> )	(-)	(kg N yr <sup>-1</sup> )	[kg N <sub>2</sub> O-N (kg N in MMS) <sup>-1</sup> ]	kg N <sub>2</sub> O yr <sup>-1</sup>	
			Table 10.19	Tables 10A-4 to 10A-9	N <sub>ex(T)</sub> = N <sub>rate(T)</sub> * TAM * 10 <sup>-3</sup> * 365	%	NE <sub>MMS</sub> = N <sub>(T)</sub> * Nex <sub>(T)</sub> * MS <sub>(T,S)</sub>	Table 10.21	N <sub>2</sub> O <sub>(mm)</sub> = NE <sub>MMS</sub> * EF <sub>3(S)</sub> * 44/28	
S	T	N <sub>(T)</sub>	N <sub>rate(T)</sub>	TAM	N <sub>ex(T)</sub>	MS <sub>(T,S)</sub>	NE <sub>MMS</sub>	EF <sub>3(S)</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>D(mm)</sub>	
Mendes da Silva	Solid Storage	Goats	29	1,37	30	15,0	100,00%	435,04	0,005	3,418
		Swine	68	0,55	28	5,6	100%	382,23	0,005	3,003
		Poultry – Hens	189	0,82	1,25	0,4	100,00%	70,71	0,005	0,556
		Poultry – Ducks	23	0,83	3,75	1,1	100,00%	26,13	0,005	0,205
Goats		2	1,37	30	15,0	100%	30,00	0,005	0,236	
Swine		49	0,55	28	5,6	100%	275,43	0,005	2,164	
Poultry – Hens		83	0,82	1,25	0,4	100%	31,05	0,005	0,244	
Poultry – Ducks		39	0,83	3,75	1,1	100%	44,31	0,005	0,348	
Swine		14	0,55	28	5,6	100%	78,69	0,005	0,618	
Poultry – Hens		20	0,82	1,25	0,4	100%	7,48	0,005	0,059	
Total		10,9								

**Tabela C. 8 - Inventário de emissões de CH<sub>4</sub> por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, categoria de gestão de estrume (antes da implementação do projeto)**

	Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use		
	Category		Manure Management: CH4 EMISSIONS FROM MANURE MANAGEMENT		
	Category code		3A2		
	Sheet		1 of 1		
Manure Management System (MMS)	Species/Livestock category		Number of animals	Emission factor for the defined livestock population	CH4 EMISSIONS FROM MANURE MANAGEMENT
			(head)	kg CH4 head <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>	Gg CH4 yr <sup>-1</sup>
S	T		N(T)	EF(T)	CH4 Manure
Solid Storage	Swine	Mendes da Silva	68	1	6,80E-05
		Novo Destino	49		4,90E-05
		Santa Jenny	14		1,40E-05
	Poultry – Hens	Mendes da Silva	189	0,02	3,78E-06
		Novo Destino	83		1,66E-06
		Santa Jenny	20		4,00E-07
	Goats	Mendes da Silva	29	0,22	6,38E-06
		Novo Destino	2		4,40E-07
		Santa Jenny	0		0
	Poultry – Ducks	Mendes da Silva	23	0,02	4,60E-07
		Novo Destino	39		7,80E-07
		Santa Jenny	0		0
	Total				1,45E-04

Relativamente à gestão de solos, temos como entradas de azoto neste, o estrume e os resíduos das culturas aplicados como fertilizante ou não recolhidos. Para determinação das emissões de N<sub>2</sub>O resultantes da aplicação de resíduos de culturas, houve a necessidade de estimar os resíduos que daí poderiam advir, uma vez que não existia informação neste sentido. Considerou-se a área agrícola por comunidade referida nos pressupostos, e a produtividade que se apresenta na tabela C.9, obtida com base também, no explicitado nos pressupostos.

**Tabela C. 9– Produtividade das culturas mais representativas.**

Produtividade (hg/ha)	
<i>Banana</i>	411195
<i>Matabala</i>	25652
<i>Cacau</i>	1068
<i>Fruta-pão</i>	62604

A inserção de azoto o solo devido à utilização de resíduos agrícolas como fertilizante ou à ausência da sua recolha foi determinada tendo por base a equação:

$$\text{Inserção de azoto (kg)} = \text{Área ocupada pela cultura} \times \text{Produtividade da cultura} \times \text{Fração que é resíduo} \times \text{Fração que é azoto} \times \% \text{Resíduos agrícolas que é utilizada como fertilizante}$$

Os valores utilizados para as áreas e fração que é resíduo, e fração que é azoto encontram-se nos pressupostos. A percentagem dos resíduos agrícolas que é utilizada como fertilizante/não recolhida é obtida de acordo com os pressupostos e a Tabela 6.6. A título de exemplo apresenta-se a massa de N introduzida no solo por utilização de resíduos de culturas como fertilizante em Mendes da Silva.

- **Área agrícola de Mendes da Silva:** 0,6092 ha
- **Culturas e Área ocupada por cultura:** Banana –  $0,6092 \times 1/3 = 0,2031 \text{ ha}$ ; Matabala –  $0,6092 \times 1/3 = 0,2031 \text{ ha}$ ;  $0,6092 \times 1/3 = 0,2031 \text{ ha}$  ;
- **Fração que é resíduo:** 20% (Ver pressupostos)
- **Fração do resíduo que é azoto:** 1% (Ver pressupostos)
- **% de Resíduos Agrícolas que é aplicada no solo:** 20,7% (estrume)+3,4%(nada)=24,14%
- **Massa de azoto inserida no solo anualmente** =  $\left(0,2031 \text{ ha} \times 411195 \frac{\text{hg}}{\text{ha}} \times 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{hg}} \times 20\% \times 1\% \times 24,14\%\right) + \left(0,2031 \text{ ha} \times 25652 \frac{\text{hg}}{\text{ha}} \times 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{hg}} \times 20\% \times 1\% \times 24,14\%\right) + \left(0,2031 \text{ ha} \times 1068 \frac{\text{hg}}{\text{ha}} \times 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{hg}} \times 20\% \times 1\% \times 24,14\%\right) = 4,29 \text{ kg } \frac{\text{N}}{\text{ano}}$

Para a utilização de estrume como fertilizante/deposição no pasto sem controlo, o número de animais a considerar é somente, respetivamente, a 3ª e a 2ª linha de cada comunidade da tabela C.6. Para obter a quantidade de azoto envolvida neste caso, utilizou-se o Taxa de excreção de azoto por animal - Nex(T) - dos diferentes animais presentes na tabela C.7.

Tendo estes valores para cada comunidade, aplicou-se a metodologia do IPCC segundo as suas tabelas-guia. Para o setor de AFOUS, emissões de N<sub>2</sub>O associadas à gestão de solos, obtiveram-se os valores que se apresentam nas Tabelas C.10 e C.11.

**Tabela C. 10 – Emissões de N<sub>2</sub>O da gestão de solos – resíduos agrícolas e estrume aplicado como fertilizante (antes da implementação do projeto)**

			Agriculture, Forestry and Other Land Use			
Sector			Direct N <sub>2</sub> O Emissions from Managed Soils			
Category			3C4			
Category code			1 of 2			
Sheet			Equation 11.1			
Equation						
Anthropogenic N input type			Annual amount of N applied		Emission factor for N <sub>2</sub> O emissions from N inputs	Annual direct N <sub>2</sub> O-N emissions produced from managed soils
			(kg N yr <sup>-1</sup> )		[kg N <sub>2</sub> O-N (kg N input) <sup>-1</sup> ]	(kg N <sub>2</sub> O-N yr <sup>-1</sup> )
					Table 11.1	N <sub>2</sub> O-N <sub>N inputs</sub> = F * EF
			F		EF	N <sub>2</sub> O-N <sub>N inputs</sub>
Mendes da Silva	Anthropogenic N input types to estimate annual direct N <sub>2</sub> O-N emissions produced from managed soils	crop residues	F <sub>CR</sub> : N in crop residues	4,29	0,01	0,04
Novo Destino				18	0,01	0,2
Santa Jenny				14	0,01	0,1
Novo Destino		animal manure, compost, sewage sludge	F <sub>ON</sub> : N in animal manure, compost, sewage sludge, other	307	0,02	4,3
Santa Jenny				360	0,02	7,2
Total						11,8

Tabela C. 11 - Emissões de N<sub>2</sub>O da gestão de solos – dejetos de origem animal depositados no pasto (antes da implementação do projeto)

Sector			Agriculture, Forestry and Other Land Use					
Category			Direct N <sub>2</sub> O Emissions from Managed Soils					
Category code			3C4					
Sheet			2 of 2					
Equation			Equation 11.1					
Anthropogenic N input type <sup>1,2</sup>			Annual area of managed/drained organic soils	Emission factor for N <sub>2</sub> O emissions from drained/managed organic soils	Annual direct N <sub>2</sub> O-N emissions produced from managed organic soils	Amount of urine and dung N deposited by grazing animals on pasture, range and paddock	Emission factor for N <sub>2</sub> O emissions from urine and dung N deposited on pasture, range and paddock by grazing animals	Annual direct N <sub>2</sub> O emissions from urine and dung inputs to grazed soils
			(ha)	(kg N <sub>2</sub> O-N ha <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup> )	(kg N <sub>2</sub> O-N yr <sup>-1</sup> )	(kg N yr <sup>-1</sup> )	[kg N <sub>2</sub> O-N (kg N input) <sup>-1</sup> ]	(kg N <sub>2</sub> O-N yr <sup>-1</sup> )
				Table 11.1	N <sub>2</sub> O-N <sub>OS</sub> = F <sub>OS</sub> * EF <sub>2</sub>		Table 11.1	N <sub>2</sub> O-N <sub>PRP</sub> = F <sub>PRP</sub> * EF <sub>3PRP</sub>
			F <sub>OS</sub>	EF <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O-N <sub>OS</sub>	F <sub>PRP</sub>	EF <sub>3PRP</sub>	N <sub>2</sub> O-N <sub>PRP</sub>
Mendes da Silva	Urine and dung inputs to grazed soils	CPP	-	-	-	30,04	0,02	0,60
		SO	-	-	-	15,00	0,01	0,15
Novo Destino		CPP	-	-	-	76	0,02	1,5
		SO	-	-	-	0	0,01	0
Santa Jenny		CPP	-	-	-	29	0,02	0,6
<b>Total</b>								<b>2,9</b>

## Situação Final

A quantidade anual consumida de lenha, em massa, foi determinada como inicialmente, porém, considerou-se agora, que o consumo de lenha por parte das famílias abrangidas pelo projeto é nulo. Então, aplicou-se a metodologia do IPCC segundo as suas tabelas-guia. Para o setor de AFOUS, perda de carbono anual devido à remoção de lenha, obtiveram-se os valores que se apresentam na Tabela C.12.

Tabela C. 12 - Perda anual de carbono devido à remoção de lenha, por comunidade (depois da implementação do projeto)

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use							
Category		Forest Land Remaining Forest Land: Loss of carbon from fuelwood removals							
Category code		3B1a							
Sheet		3 of 4							
Equation		Equation 2.2	Equation 2.13						
Land-use category		Subcategories for reporting year	Annual volume of fuelwood removal of whole trees	Biomass conversion and expansion factor for conversion of removals in merchantable volume to biomass removals (including bark)	Ratio of below-ground biomass to above-ground biomass	Annual volume of fuelwood removal as tree parts	Basic wood density	Carbon fraction of dry matter	Annual carbon loss due to fuelwood removal
Initial land use	Land use during reporting year		(m³ yr <sup>-1</sup> )	[tonnes of biomass removals (m³ of removals) <sup>-1</sup> ]	[tonnes bg dm (tonne ag dm) <sup>-1</sup> ]	(m³ yr <sup>-1</sup> )	tonnes m <sup>-3</sup>	[tonnes C (tonne dm) <sup>-1</sup> ]	(tonnes C yr <sup>-1</sup> )
			FAO statistics	Table 4.5	zero (0) or Table 4.4	FAO statistics	Tables 4.13 and 4.14	0.5 or Table 4.3	$L_{fuelwood} = [FG_{trees} * BCEF_R * (1+R) + FG_{part} * D] * CF$
			FG <sub>trees</sub>	BCEF <sub>R</sub>	R	FG <sub>part</sub>	D	CF	L <sub>fuelwood</sub>
FL	FL	Tropical	-	-	-	327	0,35	0,49	56,1
			-	-	-	235			40,2
			-	-	-	113			19,4
Total									115.7



No que se refere à gestão de estrume e de solos, os valores obtidos mantêm-se, contudo retirando ao azoto total aquele que se destina, agora, ao digestor. Tal como referido anteriormente, considerou-se que a população daria preferência à recolha de resíduos alimentares. De seguida, se estes não forem o suficiente para alimentar o digestor, que utilizarão o estrume que normalmente encontram nos solos e que é recolhido para ser utilizado como fertilizante. E, apenas em último caso, recorrem ao que não dão uso e que portanto, enviam normalmente para a floresta. No caso de recolherem este extra, darão preferência ao estrume de porco e apenas depois ao de cabra – padrão que se verificou durante a campanha de pesagens. A título de exemplo apresenta-se o caso de Mendes da Silva.

- Como visto anteriormente, em Mendes da Silva, **para cumprir com a quantidade diária que deve ser enviada para o digestor, a população necessita de recolher:**

$$81,82 \frac{kg \text{ estrume}}{dia} \times \frac{365 dias}{ano} \times 0,0227 \frac{kg N}{kg \text{ estrume}} = 677,9 \frac{kg N}{ano}$$

- Por visualização da Tabela C.10, **não existe na comunidade o hábito de utilizar o estrume como fertilizante; portanto a quantidade referida terá que ser obtida da fração que seria enviada para a floresta – Tabela C.7;**
- **Para cumprir com o necessário, todo o N resultante do estrume de porco, tem que ser recolhido, e do de cabra, tem que se recolher 677,9-382,23= 295,69kg,** continuando 139,35 kg N proveniente do estrume de cabra a ser enviado para a floresta;
- Como referido nos pressupostos, **a quantidade de azoto presente no digerido é aproximadamente igual à presente nos substratos a partir do qual este se originou.** Logo, em Mendes da Silva, ter-se-á um digerido cuja aplicação nos solos resultará numa inserção de azoto de  $677,9 \frac{kg N}{ano} + 1\% \times 138,18 \frac{kg N}{dia} \times \frac{365 dias}{ano} = 1182 \frac{kg N}{ano}$
- **Para determinar as emissões de CH<sub>4</sub> apenas nos interesse o número de animais equivalente;** no caso dos suínos, todo o estrume que era enviado para a floresta é recolhido, existindo 0 suínos a contribuir para as emissões de CH<sub>4</sub>; 139,35 kg N proveniente do estrume de cabra continuam a ser enviados para a floresta, o que, sabendo que a sua taxa de excreção de azoto anual por animal é de 15 kg N/animal/ano (ver Tabela C.7), resulta em 139,35/15=9 animais.

Aplicando o mesmo raciocínio às outras comunidades obtém-se assim utilizando as tabelas-guia do IPCC os resultados que se apresentam na Tabela C.13 a C.15.

As emissões resultantes da deposição natural de dejetos no pasto não se alteram relativamente às iniciais.

Tabela C. 13 - Inventário de emissões de N<sub>2</sub>O direto por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, categoria de gestão de estrume (depois da implementação do projeto)

	Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use							
	Category		Manure Management: Direct N <sub>2</sub> O Emissions from Manure Management Systems							
	Category code		3A2							
	Sheet		1 of 1							
	Equation		Eq. 10.25	Equation 10.30			Equation 10.25			
Manure Management System (MMS) <sup>1</sup>	Species/Livestock category	Number of animals	Default N excretion rate	Typical animal mass for livestock category	Annual N excretion per head of species/livestock category <sup>3</sup>	Fraction of total annual nitrogen excretion managed in MMS for each species/livestock category	Total nitrogen excretion for the MMS <sup>4</sup>	Emission factor for direct N <sub>2</sub> O-N emissions from MMS	Annual direct N <sub>2</sub> O emissions from Manure Management	
		(head)	[kg N (1000 kg animal) <sup>-1</sup> day <sup>-1</sup> ]	(kg)	(kg N animal <sup>-1</sup> year <sup>1</sup> )	(-)	(kg N yr <sup>-1</sup> )	[kg N <sub>2</sub> O-N (kg N in MMS) <sup>-1</sup> ]	kg N <sub>2</sub> O yr <sup>-1</sup>	
			Table 10.19	Tables 10A-4 to 10A-9	N <sub>ex(T)</sub> = N <sub>rate(T)</sub> * TAM * 10 <sup>-3</sup> * 365	%	NE <sub>MMS</sub> = N <sub>(T)</sub> * Nex <sub>(T)</sub> * MS <sub>(T,S)</sub>	Table 10.21	N <sub>2</sub> O <sub>(mm)</sub> = NE <sub>MMS</sub> * EF <sub>3(S)</sub> * 44/28	
S	T	N <sub>(T)</sub>	N <sub>rate(T)</sub>	TAM	N <sub>ex(T)</sub>	MS <sub>(T,S)</sub>	NE <sub>MMS</sub>	EF <sub>3(S)</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>D(mm)</sub>	
Mendes da Silva	Solid Storage	Goats	-	1,37	30	15,0	100%	139,35	0,005	1,095
		Swine	-	0,55	28	5,6	100%	0	0,005	0
		Poultry – Hens	189	0,82	1,25	0,4	100%	70,71	0,005	0,556
		Poultry – Ducks	23	0,83	3,75	1,1	100%	26,13	0,005	0,205
Goats		2	1,37	30	15,0	100%	30,00	0,005	0,236	
Swine		49	0,55	28	5,6	100%	218,86	0,005	2,164	
Poultry – Hens		83	0,82	1,25	0,4	100%	31,05	0,005	0,244	
Poultry – Ducks		39	0,83	3,75	1,1	100%	44,31	0,005	0,348	
Swine		14	0,55	28	5,6	100%	78,69	0,005	0,618	
Poultry – Hens	20	0,82	1,25	0,4	100%	7,48	0,005	0,059		
	Total5,5									

Tabela C. 14 - Emissões de N<sub>2</sub>O da gestão de solos – resíduos agrícolas e estrume aplicado como fertilizante (depois da implementação do projeto)

	Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use			
	Category		Direct N <sub>2</sub> O Emissions from Managed Soils			
	Category code		3C4			
	Sheet		1 of 2			
	Equation		Equation 11.1			
	Anthropogenic N input type		Annual amount of N applied		Emission factor for N <sub>2</sub> O emissions from N inputs	Annual direct N <sub>2</sub> O-N emissions produced from managed soils
(kg N yr <sup>-1</sup> )			[kg N <sub>2</sub> O-N (kg N input) <sup>-1</sup> ]	(kg N <sub>2</sub> O-N yr <sup>-1</sup> )		
			Table 11.1	N <sub>2</sub> O-N inputs = F * EF		
F			EF	N <sub>2</sub> O-N inputs		
Mendes da Silva	Anthropogenic N input types to estimate annual direct N <sub>2</sub> O-N emissions produced from managed soils	crop residues	F <sub>CR</sub> : N in crop residues	4,3	0,01	0,04
Novo Destino				18	0,01	0,2
Santa Jenny				14	0,01	0,1
Novo Destino		animal manure, compost, sewage sludge	F <sub>ON</sub> : N in animal manure, compost, sewage sludge, other	175	0,02	1,7
Santa Jenny				156	0,02	3,1
Mendes da Silva		Digestate	F <sub>ON</sub> : N in animal manure, compost, sewage sludge, other	1182	0,01	11,8
Novo Destino			F <sub>ON</sub> : N in animal manure, compost, sewage sludge, other	366	0,01	3,7
Santa Jenny			F <sub>ON</sub> : N in animal manure, compost, sewage sludge, other	458	0,01	4,6
		Total				

Tabela C. 15 - Inventário de emissões de CH<sub>4</sub> por comunidade, para o setor de Agricultura, Floresta e Outros Usos do Solo, categoria de gestão de estrume (depois da implementação do projeto)

Sector		Agriculture, Forestry and Other Land Use		
Category		Manure Management: CH <sub>4</sub> EMISSIONS FROM MANURE MANAGEMENT		
Category code		3A2		
Sheet		1 of 1		
Manure Management System (MMS)	Species/Livestock category	Number of animals	Emission factor for the defined livestock population	CH <sub>4</sub> EMISSIONS FROM MANURE MANAGEMENT
		(head)	kg CH <sub>4</sub> head <sup>-1</sup> yr <sup>-1</sup>	Gg CH <sub>4</sub> yr <sup>-1</sup>
S	T	N <sub>(T)</sub>	EF <sub>(T)</sub>	CH <sub>4</sub> Manure
Solid Storage	Swine	Mendes da Silva	0	0,00
		Novo Destino	49	4,90E-05
		Santa Jenny	14	1,40E-05
	Poultry - Hens	Mendes da Silva	189	3,78E-06
		Novo Destino	83	1,66E-06
		Santa Jenny	20	4,00E-07
	Goats	Mendes da Silva	9	2,04E-06
		Novo Destino	2	4,40E-07
		Santa Jenny	0	0
	Poultry - Ducks	Mendes da Silva	23	4,60E-07
		Novo Destino	39	7,80E-07
		Santa Jenny	0	0
	Total			7,26E-05

### 3. EXPLICITAÇÃO DOS CÁLCULOS – SETOR DE RESÍDUOS

#### Situação Inicial

A determinação das emissões no setor de resíduos teve por base o Modelo de Decaimento de primeira ordem, e os pressupostos já referidos. Aconselha-se a consulta da folha de cálculo fornecida por esta entidade, onde toda a metodologia é explicitada na seção *Theory – IPCC Spreadsheet for Estimating Methane Emissions from Solid Waste Disposal Sites*. Segundo esta mesma fonte, a equação de base do modelo de decaimento de primeira ordem é a que se apresenta:

$$DDOCm = DDOCm(0) * e^{-k \times t}.$$

Com DDOCm sendo a massa de carbono orgânico degradável (*Degradable Organic Carbon*) disponível para decomposição no tempo t, DDOCm(0) a massa de carbono orgânico degradável disponível para decomposição no início, e k a taxa de geração de metano (constante). Salienta-se que este modelo considera que a geração de metano a partir dos resíduos depositados em cada ano se inicia no primeiro mês do ano subsequente. Obtém-se assim, utilizando este modelo e as tabelas-guia do IPCC, os resultados que se apresentam na Tabela C.17.

Relembra-se que se considerou que os resíduos alimentares recolhidos pela população na campanha de pesagens correspondem aos que caso contrário seriam enviados para a floresta. A tabela C.16 apresenta os dados de base utilizados para determinar as emissões de GEE neste setor, segundo os valores-padrão do IPCC para a região Oeste de África, regiões tropicais húmidas e de elevada precipitação.

Tabela C. 16 – Dados de base para determinação das emissões de GEE no setor de Resíduos

	National values
DOC – Degradable Organic Carbon	0,15
DOCf - Degradable Organic Carbon, dissimilated fraction	0,500
k - Methane generation rate constant	0,400
H - Half-life time (t <sub>1/2</sub> , years)	1,7
exp1= exp(-k)	0,67
Month M - Process start in deposition year	13,00
exp2= exp(-k*((13-M)/12))	1,00
F - Fraction to CH <sub>4</sub>	0,500

Tabela C. 17 – Emissões de CH<sub>4</sub> resultantes da deposição de resíduos alimentares na floresta antes da implementação do projeto

	Year	Amount deposited	MCF	Decomposable DOC (DDOCm) deposited	DDOCm not reacted. Deposition year	DDOCm decomposed . Deposition year	DDOCm accumulated in SWDS end of year	DDOCm decomposed	CH <sub>4</sub> generated
		W	MCF	D = W * DOC * DOCf * MCF	B = D * exp2	C = D * (1 - exp2)	H = B + (H <sub>last</sub> year * exp1)	E = C + H <sub>last</sub> year * (1 - exp1)	Q = E * 16/12 * F
		Gg	Fracti on	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg	Gg
Mendes da Silva	0	0,05044	0,40	1,51E-03	1,51E-03	0	1,51E-03	0,00E+00	0,00E+00
	1	0,05044	0,40	1,51E-03	1,51E-03	0	2,53E-03	4,99E-04	3,33E-04
Novo Destino	0	2,34E-02	0,40	7,01E-04	7,01E-04	0	7,01E-04	0,00E+00	0,00E+00
	1	2,34E-02	0,40	7,01E-04	7,01E-04	0	1,17E-03	2,31E-04	1,54E-04
Santa Jenny	0	2,53E-02	0,40	7,59E-04	7,59E-04	0	7,59E-04	0,00E+00	0,00E+00
	1	2,53E-02	0,40	7,59E-04	7,59E-04	0	1,27E-03	2,50E-04	1,67E-04

### Situação Final

Uma vez que se considerou que todos os agregados familiares recolheriam esta tipologia de resíduos e a encaminhariam para o digestor, não existem emissões a relatar, neste setor, para os subsectores considerados, após a implementação do projeto-piloto.

## 4. EXPLICITAÇÃO DOS CÁLCULOS – REDUÇÃO DA EROSÃO E DA DESFLORESTAÇÃO

$$Desflorestação = Volume\ de\ madeira\ utilizada\ (m^3\ madeira) \times BCEFr \left( \frac{ton\ árvore}{m^3\ madeira} \right) \\ \times Densidade\ da\ árvore \left( \frac{m^3}{ton} \right) \times \left( \frac{1}{Altura\ média\ da\ árvore\ (m)} \right)$$

Considerou-se a árvore como sendo um cilindro, pelo que a área por ela ocupada corresponde à base do mesmo.

O BCEFr corresponde ao Fator para expansão e conversão da biomassa para Conversão do volume de madeira e lenha removido, a Volume removido de biomassa acima do solo (*biomass conversion and expansion factor for conversion of wood and fuelwood removal volume to above-ground biomass removal*), por forma a ter em consideração a totalidade das árvores que é removida. Consideraram-se os valores provenientes do IPCC, Volume 4, Capítulo 4, Tabela 4.5 – valores para clima tropical húmido, florestas naturais. O consumo de um volume superior a 200 m<sup>3</sup> em Mendes da Silva e Novo Destino levou à adoção do valor 1,05 ton árvore/m<sup>3</sup> madeira nestes dois casos; para Santa Jenny o volume localiza-se entre os 100 e 200 m<sup>3</sup> pelo que se adotou um BCEFr de 1,44 ton árvore/m<sup>3</sup>.

A densidade considerada foi a referida nos pressupostos. A altura média da árvore considerada foi a média dos valores para a *Erythrina vogelli*, segundo a PROTA - *Plant Resources of Tropical Africa*, e para a *Funtumia latifolia*, segundo a JSTOR – *Global Plants* – 15 m.

Tendo a área desflorestada, determinou-se a erosão associada, através de:

$$Erosão = \sum Área_i (ha) \times Erosão_i \left( \frac{ton\ solo}{ano\ ha} \right).$$

A designação “i” representa os diferentes tipos de área – neste caso florestal e não desflorestada.

Tendo a área desflorestada anual antes da implementação do projeto-piloto, calculou-se para cada comunidade a erosão associada a ter toda essa área nesse estado. Depois do projeto-piloto, a área desflorestada é inferior e, a diferença entre áreas desflorestadas antes e depois, permanece como área florestal.

Os valores de erosão por tipo de área foram os fornecidos por Wiersum (Wiersum, 1984). A área poupada de desflorestação considerou-se como de Plantações Florestais não perturbadas e utilizou-se o valor médio de erosão; a desflorestada, por não se encontrar melhor enquadramento, considerou-se como de Plantações Florestais queimadas com os resíduos removidos, e porque a erosão em princípio será mais baixa do que no caso de existir também a queima da área, considerou-se o valor mais baixo da gama.

## 5. EXPLICITAÇÃO DOS CÁLCULOS – DETERMINAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE DA DEPOSIÇÃO DE DEJETOS DE ORIGEM HUMANA

Para determinação das emissões de GEE da deposição dos dejetos de origem humana considerou-se tudo o que foi referido ao longo da secção referente ao cenário 1, seguindo a metodologia correspondente do IPCC. A Tabela C.18 apresenta os valores utilizados nos cálculos. Realça-se que os valores não referentes à população correspondem aos valores-padrão do IPCC.

### Latrinas - Wastewater – Pit Latrines

Tabela C. 18 – Parâmetros utilizados para determinação das emissões de GEE resultantes da utilização de latrinas

Parâmetros		Designação das equações do IPCC	Valor
Grau de utilização do tratamento		T <sub>ij</sub>	100%
Fração da população		U <sub>ij</sub>	100%
Capacidade Máxima de produção de CH <sub>4</sub>		B <sub>0</sub>	0,6 kg CH <sub>4</sub> /kg BOD
Fator de correção para o metano		MCF <sub>j</sub>	70%
População	Mendes da Silva	P	142
	Santa Jenny		0
	Novo Destino		144
Fator de correção para incluir BOD de indústria		I	1 (equivalente a considerar o BOD da indústria nulo)
Demanda biológica de oxigénio		BOD	37 g/pessoa/dia
Orgânico removido como lama		S	0 kg BOD/ano
CH <sub>4</sub> recuperado		R	0 kg CH <sub>4</sub> /ano

### Evacuação de Dejetos na floresta – *Unmanaged Solid Waste Disposal Sites*

Aplica-se a metodologia de Decaimento de Primeira Ordem referida para os resíduos de origem alimentar depositados na floresta e a produção de dejetos referida na secção correspondente ao cenário 1.

## **6. EXPLICITAÇÃO DOS CÁLCULOS – ANÁLISE DE INCERTEZAS**

Não se irá aprofundar a aplicação da metodologia de análise de incertezas, uma vez que esta poderá ser consultada nas *Guidelines* do IPCC de 2006. Apresenta-se de seguida, no entanto, as incertezas consideradas para os GEE determinados, para cada subsetor, na Tabela C.19.

**Tabela C. 19 – Incertezas consideradas para os GEE determinados em cada subsetor**

IPCC Category		Gas	Activity Data Uncertainty	Fonte	Emission factor/estimation parameter uncertainty	Fonte
1A - Fuel Combustion Activities	Other Kerosene	CO <sub>2</sub>	5%	Valor padrão do IPCC - <i>Guidelines</i> de 2006	2,02%	Valor padrão do IPCC - <i>Guidelines</i> de 2006
		CH <sub>4</sub>				
		N <sub>2</sub> O				
	Wood/Wood Waste	CO <sub>2</sub>	50%		18,1%	
		CH <sub>4</sub>				
		N <sub>2</sub> O				
	Sludge Gas	CO <sub>2</sub>				
		CH <sub>4</sub>				
N <sub>2</sub> O						
3B1a - Loss of carbon from fuelwood removals	Forest Land, Tropical	CO <sub>2</sub>	10% ; 40%		16,5%	
3A2 - Direct N2O Emissions from Manure Management Systems	Solid Storage	N <sub>2</sub> O	50%		100%	
	Solid Storage	CH <sub>4</sub>	0% (não definida)	-	30%	
3C4 - Direct N2O Emissions from Managed Soils	Animal manure	N <sub>2</sub> O	50%	Valor padrão do IPCC - <i>Guidelines</i> de 2006	132,50%	
	Crop Residues	N <sub>2</sub> O	31,5%	10 a 53% de perdas de fruta, estimou-se 31,5%	135%	
	Digestate	N <sub>2</sub> O	59,10%	Combinação das 2 anteriores	135%	
4A2 - Solid Waste Disposal: Unmanaged Waste Disposal Sites	Food Waste	CH <sub>4</sub>	31,5%	10 a 53% de perdas de fruta, estimou-se 31,5%	77,39%	



## ANEXO D

### COMUNIDADES SÃO-TOMENSES NÃO ABRANGIDAS PELA EMPRESA DE ÁGUA E ENERGIA DE SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE (EMAE)

Tabela D. 1 – Listagem das comunidades são-tomenses não abrangidas pela empresa de águas e energia nacional,  
segundo o Censo de 2001 de São Tomé e Príncipe

Distrito	Comunidade	População
<b>Água Grande</b>	Boca Boca	61
<b>Cantagalo</b>	Água Izé	1044
	Amparo	67
	Anselmo Andrade	19
	Apolónia	79
	Castelo	139
	Claudino Faro	223
	Concon	107
	Picão Flor	549
	Praia Almoxarife	114
	Praia Cana	25
	Praia Concon	22
	Praia de Colonia Açores	25
	Preiries (Praia Velho)	2
	Ribeira Afonso	4955
	Ribeira Afonso	1422
	São Lourenço	35
	São Paulo	17
	Santa Cecília	169
	Santa Clotilde	111
	Santana	551
	Secador (Col. Açoreano)	12
	Uba Budo	380
	Praia Uba Budo	64
	Vale Formosa	29
	Vila Celeste	26
	Zandrigo	982
<b>Caué</b>	Água Azeitona	8
	Água João	38
	Aliança	21
	Aliança	21
	Angra Toldo (Praia)	260
	Angra Toldo	56
	Boa Vista	35
	Coimbra	7
	Estrela	5
	Fraternidade	45
	Mateus Sampaio	5
	Monte Mário	172
	Nunes de Oliveira	7
	Ponta Baleia	127
	Porto Alegre	461

Tabela D. 2 – Listagem das comunidades são-tomenses não abrangidas pela empresa de águas e energia nacional, segundo o Censo de 2001 de São Tomé e Príncipe (continuação)

<b>Distrito</b>	<b>Comunidade</b>	<b>População</b>
<b>Caué</b>	Porto Alegre	461
	Praia lo Grande	161
	Praia Pesqueira	181
	Ribeira Peixe	476
	São João	64
	São João dos Angolares	1870
	Santa Josefina	15
	Santo António	12
	Soliedade	62
	Vale Carmo	10
	Vila Irene	3
	Vila Malanza	393
<b>Lembá</b>	Praia Pomba	8
	São Miguel	6
	António Morais	10
	Arribana	59
	Bindá	1
	Bom Sucesso	71
	Cadão	50
	Costa Santos	4
	Emília de Ribeira	6
	Esprainha Terra	92
	Fortunato	23
	Generosa	291
	José Luís	27
	Maria Luísa	61
	Molundo	100
	Monte Forte	70
	Paga Fogo	128
<b>Mé-Zóchi</b>	Abade	140
	Água Francisca	37
	Belém	554
	Bemposta	123
	Bobo Foro	1289
	Caminho Novo	2068
	Canga	177
	Capela	613
	Clarisse	39
	Favorita	115
	Madalena	193
	Malembê	16
	Maria	5
	Melhorada	-
	Montalvão	774
	Monte Café	623
	Obo Vermelho	389
	Olio Bili	431
	Palito	2
	Pau Quiabo	396
	Pau Sabão	188

Tabela D. 3 – Listagem das comunidades são-tomenses não abrangidas pela empresa de águas e energia nacional, segundo o Censo de 2001 de São Tomé e Príncipe (continuação)

Distrito	Comunidade	População
Mé-Zóchi	Pedra Maria	46
	Quinta da Graça	86
	Quinta das flores	38
	Riba Mato	595
	Roça Nova	118
	São Fenícia	60
	São Januário	90
	São José	127
	São José	15
	São Vicente	9
	Santa Cruz	27
	Santa Adelaide	109
	Santa Clara	41
	Santa Cruz	27
	Uba Flor	631
	Vila Elvira	7
	Vila Graciosa	40
	Vila Moura	55
	Vqge Cabongue	38
	Vua Sata	74
	Zampile	72